

ปีที่ 24 ฉบับที่ 1 มกราคม - มีนาคม 2565

วารสารศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

Vol. 24 No. 1 January - March 2022

JOURNAL OF
EDUCATION
NARESUAN UNIVERSITY



วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

ปีที่ 24 ฉบับที่ 1 มกราคม – มีนาคม 2565

ผ่านการรับรองคุณภาพวารสารของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thai-Journal Citation Index Centre : TCI)

สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ กลุ่มที่ 1 และอยู่ในฐานข้อมูล ASEAN Citation Index (ACI)

E-ISSN : 2586-9345

ผู้จัดพิมพ์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ปรกรณ์ ประจันบาน

Prof. Dr. J. Steve. Oliver

Prof. Dr. Myunghee Ju Kang

Prof. Jennifer C. Greene

Prof. Peter W. Hewson

Prof. Hosung So

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

University of Georgia, USA

Ewha Womans University, Korea

University of Illinois Urbana-Champaign, USA

University of Wisconsin Madison, USA

California State University, USA

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทิมา นาคาพงศ์ อัครรักษ์

มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.นงลักษณ์ วิรัชชัย

เขตบางคอแหลม กรุงเทพฯ 10120

ศาสตราจารย์กิตติคุณอัจฉรา ชิวพันธ์

เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ศาสตราจารย์พิเศษ ดร.กาญจนา เจริญชัย

มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

ศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์

มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

ศาสตราจารย์ ดร.วิทยา จันทร์ศิลา

มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

ศาสตราจารย์ ดร.องอาจ นัยพัฒน์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

รองศาสตราจารย์ ดร.วารินทร์ แก้วอุไร

มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

รองศาสตราจารย์ ดร.รัชนิกร ทองสุคติ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

รองศาสตราจารย์ ดร.อนิรุทธ์ สติมัน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

รองศาสตราจารย์ ดร.สุปราณี ขวัญบุญจันทร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

รองศาสตราจารย์ ดร.อารีรักษ์ มีแจ้ง

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

รองศาสตราจารย์ ดร.ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์

มหาวิทยาลัยมหิดล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาวิณี โสธายะเพชร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

นางสาวอังคณา แทนอมทอง

มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

นโยบายและขอบเขตการตีพิมพ์

วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร มีนโยบายรับตีพิมพ์บทความวิจัยและบทความวิชาการคุณภาพสูงทางด้านศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์ ในสาขาการบริหารการศึกษา สาขาหลักสูตรและการสอน สาขาการศึกษาพิเศษ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิจัยและประเมินการศึกษา สาขาจิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว สาขาพลศึกษาและวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องทางด้านการศึกษา โดยมีกลุ่มเป้าหมาย คือ คณาจารย์ นักศึกษา และนักวิจัยทั้งในและนอกสถาบัน บทความทุกบทความจะต้องผ่านการพิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญอย่างน้อย 2 ท่าน แบบผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้แต่งไม่ทราบชื่อกันและกัน (Double-blind review)

กำหนดการเผยแพร่

4 ฉบับต่อปี (ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - มีนาคม, ฉบับที่ 2 เดือนเมษายน - มิถุนายน, ฉบับที่ 3 เดือนกรกฎาคม - กันยายน และฉบับที่ 4 เดือนตุลาคม - ธันวาคม)

เว็บไซต์วารสาร

https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu

ข้อมูลติดต่อ

กองบรรณาธิการวารสารศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000
โทรศัพท์ 0 5596 2405 E-mail: edujournal.nu@gmail.com



Journal of Education Naresuan University

Vol. 24 No. 1 January – March 2022

The journal is an interdisciplinary journal. It is listed in Tier 1 of the Thai-Journal Citation Index (TCI)
and Asian Citation Index (ACI)

E-ISSN : 2586-9345

Editorial Advisors	Assoc. Prof. Dr. Pakorn Prachanban, Dean of Faculty of Education, Naresuan University
	Prof. Dr. J. Steve. Oliver, University of Georgia, USA
	Prof. Dr. Myunghee Ju Kang, Ewha Womans University, Korea
	Prof. Jennifer C. Greene, University of Illinois Urbana–Champaign, USA
	Prof. Peter W. Hewson, University of Wisconsin Madison, USA
	Prof. Hosung So, California State University, USA
Editor-in-Chief	Asst. Prof. Dr. Nanthima Nakaphong Asvaraksha, Naresuan University
Editorial Board	Prof. Emerita Dr. Nonglak Wiratchai, Bang Kho Laem, Bangkok 10120
	Prof. Emerita Achara Cheewapan, Chatuchak, Bangkok 10900
	Prof. Dr. Kanchana Ngourungsi, Naresuan University
	Prof. Dr. Chaoyong Brahmawong, Bangkokthonburi University
	Prof. Dr. Vithaya Jansila, Naresuan University
	Prof. Dr. Ongarj Naiyapat, Srinakharinwirot University
	Assoc. Prof. Dr. Wareerat Kaewurai, Naresuan University
	Assoc. Prof. Dr. Ratchaneekorn Thongsukdee, Chiang Mai University
	Assoc. Prof. Dr. Anirut Satiman, Silpakorn University
	Assoc. Prof. Dr. Supranee Kwanboonchan, Srinakharinwirot University
	Assoc. Prof. Dr. Areerug Mejang, Sukhothai Thammathirat Open University
	Assoc. Prof. Dr. Khajornsak Buaraphan, Mahidol University
	Asst. Prof. Dr. Pavinee Sothayapetch, Chulalongkorn University
Editorial Assistant	Miss Angkana Tanaomthong, Naresuan University

Focus and Scope	The aim of this journal is to publish high-quality research articles and academic articles in the domain of education (educational administration, curriculum and instruction, special education, science education, education research and evaluation, educational psychology and guidance, physical education and sports science, educational technology and communications, and others related areas) with the target audiences are teachers, students, and researchers both inside and outside the institution. All articles must be considered by a double-blind peer review at least two qualified.
Publication	Quarterly Publications (Issue 1 January – March, Issue 2 April – June, Issue 3 July – September, and Issue 4 October – December)
Website	https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu
Contact Us	Journal of Education Naresuan University Faculty of Education, Naresuan University Tapho, Muang, Phitsanulok 65000, Thailand Telephone: +66 5596 2405 E-mail: edujournal.nu@gmail.com

บทบรรณาธิการ

วารสารฉบับนี้เป็นวารสาร ปีที่ 24 ฉบับที่ 1 ประจำปี 2565 มีบทความวิจัยและบทความวิชาการทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศที่มีคุณภาพสูงตีพิมพ์ลงในวารสาร โดยผ่านการพิจารณาจากกองบรรณาธิการและผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาที่เกี่ยวข้องอย่างเข้มข้น เนื้อหาในวารสารฉบับนี้ประกอบด้วยหลักสูตรและการสอน การสอนวิทยาศาสตร์ การสอนคณิตศาสตร์ การบริหารการศึกษา การวิจัยและพัฒนา นวัตกรรม การวัดและประเมินผล เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา รวมทั้งสาขาวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องทางศึกษาศาสตร์หรือครุศาสตร์ กองบรรณาธิการหวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทความที่ผ่านกระบวนการคัดสรรมาเป็นอย่างดีนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านที่สามารถนำองค์ความรู้และนวัตกรรมที่ได้จากบทความไปใช้ในการบริหารจัดการศึกษา การจัดการเรียนรู้ การพัฒนาทักษะและศักยภาพของผู้เรียน ครูและบุคลากรทางการศึกษา รวมถึงการนำองค์ความรู้ไปต่อยอดให้ก่อเกิดนวัตกรรมทางการศึกษาที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงแบบพลิกโฉม (Disruptive Change) ที่เกิดจากสถานการณ์โรคอุบัติใหม่ในสังคมปัจจุบันได้

กองบรรณาธิการวารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้มีมติให้มีการตีพิมพ์เผยแพร่บทความลงวารสาร ปีที่ 24 ฉบับที่ 1 (มกราคม - มีนาคม 2565) เริ่มเผยแพร่บทความในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น (E-Journal) ทั้งนี้ ท่านสามารถดาวน์โหลดบทความฉบับเต็มทุกเรื่องได้ที่เว็บไซต์ของวารสารโดยไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทิมา นาคพงศ์ อัครวัักษ์

บรรณาธิการ

บทความวิจัย (RESEARCH ARTICLES)

ALIGNMENT OF THE REVISED SECONDARY TEACHER EDUCATION CURRICULUM AND THE HIRING QUALIFICATIONS FOR SHS TEACHERS IN THE PHILIPPINES: A THEORETICAL GAP ANALYSIS.....	1
Sylvester T. Cortes, Hedeliza A. Pineda, and Richard R. Jugar	
AN INSTRUCTIONAL INNOVATION TO STRENGTHEN COMPREHENSIVE HUMANIZATION FOR HIGHER EDUCATION STUDENTS: SOFT SKILLS FOR THE DIGITAL SOCIETY.....	15
Chayanid Yimsawat, Charin Mangkhang, Thongchai Phuwanatwichit, and Bupa Anansuchatkul	
THAI SCIENCE PRE-SERVICE TEACHERS' IMPLEMENTATIONS OF STEM THROUGH A PHENOMENOLOGICAL MULTIPLE CASE STUDY AFTER EXPERIENCING BLENDED PROFESSIONAL DEVELOPMENT PROGRAM	25
Siriwan Chatmaneerungcharoen	
NEEDS ASSESSMENT TO ENHANCE TEACHING PROFESSIONAL COMPETENCIES OF RAJABHAT UNIVERSITY' S PRESERVICE TEACHER STUDENTS IN PHYSICAL EDUCATION	37
Suthigron Kaewtong, Pimpa Moungsirithum, and Ittipat Suwathanpornkul	
GRIT AS FACTOR IN IMPROVING STUDENTS' READING COMPREHENSION IN FILIPINO: A CORRELATIONAL STUDY	45
William S. Augusto Jr.	
การประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ASSESSMENT OF JUNIOR HIGH SCHOOL STUDENTS' CRITICAL THINKING SKILLS	56
กรรณก เลิศเดชาภัทร ขาตรี ฝ่ายคำตา และจิระวรรณ เกษสิงห์ Kornkanok Lertdechapat, Chatree Faikhamta, and Jeerawan Ketsing	
ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 THE EFFECTS OF MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES BASED ON MATHEMATICAL ARGUMENTATION MODEL ON MATHEMATICAL REASONING ABILITY OF GRADE 5 STUDENTS	66
กฤตยาณี พ่วงเสื่อ และวินนทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์ Kittayanee Phuangsua and Wanintorn Poonpaiboonpipat	
การศึกษาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา A STUDY OF A CAUSAL RELATIONSHIP MODEL OF FACTORS AFFECTING LIFELONG LEARNERS ATTRIBUTES OF PRIMARY STUDENTS.....	76
กฤษพร อยู่สวัสดิ์ วรรัตน์ ปทุมเจริญวัฒนา และธีรศักดิ์ ศรีสุรกุล Krisporn Yoosawat, Worarat Pathumcharoenwattana, and Teerasak Srisurakul	

ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาที่มีต่อมโนทัศน์ฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้
โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

THE EFFECTS OF 7E INQUIRY LEARNING METHODS WITH PROBLEM SOLVING TECHNIQUE ON TENTH GRADE STUDENTS' PHYSICS
CONCEPTS AND PHYSICS PROBLEM SOLVING ABILITIES 88

กัลยาณี บุญทรัพย์ กิตติมา พันธุ์ฤกษา และเชษฐ ศิริสวัสดิ์

Kanlayanee Boonsap, Kittima Panprueksa, and Chade Sirisawat

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนักศึกษา

USING PROBLEM-BASED LEARNING APPROACH TO ENHANCE STUDENT TEACHERS' LESSON DESIGN ABILITY FOR
21st CENTURY 99

กิตติศักดิ์ ใจอ่อน และกตัญญูตา บางโท

Kittisak Jai-on and Katanyutar Bangtho

การแกะรอยเส้นทางการเรียนรู้ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ
ในรายวิชาชีววิทยา

TRACKING GRADE 11 STUDENTS' LEARNING PATHWAYS OF SCIENTIFIC REASONING THROUGH ADAPTIVE INSTRUCTION IN
BIOLOGY 110

ชญาภาณต์ ส่วนบุญ และ จีระวรรณ เกษสิงห์

Chayakarn Suanboon and Jeerawan Ketsing

การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง โมเลกุลโคเวเลนต์: ประยุกต์ใช้โมเดลจีดีไอเอ็นเอ

THE DEVELOPMENT OF COGNITIVE DIAGNOSTIC TEST IN COVALENT MOLECULES: AN APPLICATION OF G-DINA MODEL 123

ณภัทร ชัยมงคล สุรเดช อนันตสวัสดิ์ และวรัญญา รุมแสง

Nhabhat Chaimongkol, Suradech Anantasawas, and Varunya Rumsaeng

ความก้าวหน้าในการเรียนรู้แนวคิดเรื่องระบบนิเวศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ

GRADE 10 STUDENTS' LEARNING PROGRESSIONS FOR ECOSYSTEM THROUGH ADAPTIVE INSTRUCTION..... 138

ธนาศักดิ์ กองโกย บุญเสฐียร บุญสูง และ จีระวรรณ เกษสิงห์

Thanasak Kongkoey, Boonsatien Boonsoong, and Jeerawan Ketsing

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการ
ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

THE EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT USING 4E×2 INSTRUCTIONAL MODEL AND HIGHER-ORDER QUESTIONS ON
MATHEMATICAL CONCEPTS AND REASONING ABILITY OF GRADE 8 STUDENTS 153

นริศ บัวขาว คงรัฐ นวลแปง และอาพันธ์ชนิต เจนจิต

Narit Buakhao, Kongrat Nualpang, and Apunchanit Jenjit

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

STEM EDUCATION BASED ON ENGINEERING DESIGN PROCESS FOR DEVELOPING GRADE 10 STUDENTS' COLLABORATIVE PROBLEM SOLVING COMPETENCIES IN MOTIONS TOPIC 166

นัตยา หัสมินทร์ และธิตยา บงกชเพชร

Nuttaya Hutsamin and Thitiya Bongkotphet

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาสมดุลภาพร่างกายมนุษย์

THE DEVELOPMENT OF THE INSTRUCTION ARGUMENTATION USING FORENSIC SCIENCE ISSUE FOR PROMOTING THE SCIENTIFIC EXPLANATION ABILITY OF GRADE 10 STUDENTS ON HUMAN HOMEOSTASIS..... 176

นำพงศ์ จันทรโท สิริินภา กิจเกื้อกูล และสุริยา ชาปู

Numpong Janto, Sirinapa Kijkuakul, and Suriya Chapoo

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานในรายวิชาไฟฟ้าและพลังงานที่มีต่อกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์

EFFECTS OF RESEARCH-BASED LEARNING IN ELECTRICITY AND ENERGY COURSE ON SCIENCE PROCESS OF SCIENCE STUDENT TEACHERS 188

บรรณรักษ์ คุ่มรักษา และปริศนา รักบำรุง

Bannarak Khumraksa and Prissana Rakbumrung

การพัฒนาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

THE DEVELOPMENT OF SMALL-SCALE SCIENCE LABORATORY DIRECTIONS ON ACID-BASE FOR ELEVENTH GRADE STUDENTS..... 200

พิชฌน์ สันประเสริฐรัตน์ เชษฐ ศิริสวัสดิ์ และภัทรกร ชัยประเสริฐ

Phitchamon Sinprsertrut, Chade Sirisawat, and Pattaraporn Chaiprasert

การพัฒนารูปแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหมุนนำต่อเนื่องเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก

DEVELOPMENT OF TEACHER TRAINING MODEL USING COACHING AND MONITORING FOR ENHANCING STEAM EDUCATION TEACHING PRACTICE IN SMALL-SIZED PRIMARY SCHOOL 212

ปิญญ์ วงษ์ทอง สมเสมอ ทักษิณ และทัศนัย สูงใหญ่

Pinyo Wongthong, Somsamer Thaksin, and Tadsnai Soongyai

การสร้างแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

A CONSTRUCTION OF POSITIVE THINKING TEST FOR HIGH SCHOOL STUDENTS..... 226

มะลิวัลย์ เทพมงคล และปรกรณ์ ประจันบาน

Maliwan Thepmong and Pakorn Prachanban

ผลการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร THE RESULTS OF USING SOCIAL MEDIA IN CONJUNCTION WITH ONLINE GAMES TO PROMOTE LEARNING FOR UNDERGRADUATE STUDENTS IN FACULTY OF EDUCATION, NARESUAN UNIVERSITY	236
ราชการ สังขวดี และทิพรัตน์ สิริวิวงศ์ Ratchakan Sungkawadee and Tipparat Sittiwong	
การพัฒนาทักษะสร้างสรรค์และนวัตกรรมของเด็กปฐมวัยโดยการจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง DEVELOPMENT OF EARLY CHILDHOOD CHILDREN'S CREATIVITY AND INNOVATION SKILLS THROUGH CONSTRUCTIVISM EXPERIENCE ORGANIZING	246
เรณู ศรีบุรินทร์ รัชชกาญจน์ ทองถาวร และไพบุณย์ อุปันโน Renu Sriburin, Rajchukran Tongthawon, and Paiboon U-panno	
การพัฒนาเครื่องมือวัดกรอบคิดที่ดีด้านการวิจัยของครู DEVELOPMENT OF MEASUREMENT INSTRUMENT OF TEACHERS' RESEARCH MINDSET	259
วิภาวี ศิริลักษณ์ สุวิมล ว่องวานิช และชยุตม์ ภิรมย์สมบัติ Wipawee Sirluk, Suwimon Wongwanich, and Chayut Piromsombat	
การพัฒนาเครื่องมือประเมินสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคต THE DEVELOPMENT OF COMPETENCY ASSESSMENT TOOLS FOR NEW GENERATION SCHOOL ADMINISTRATOR: FUTURE INNOVATOR AND ENTREPRENEUR CREATOR.....	269
สุกัญญา แชมชัย Sukanya Chaemchay	
การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 THE DEVELOPMENT OF BLENDED LEARNING IN DHAMMA FOR MATHAYOMSUKSA 1 STUDENTS	283
พระครูวินัยธร สิงห์ อ่อนน้อม และกอบสุข คงมนัส Phrakhruvinaithon Singh Onnom and KobsookKongmanus	
การออกแบบสนามแข่งขันหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา DESIGN OF ROBOT ARENA FOR STEM EDUCATION PROMOTION.....	293
อรช กระแสนินทร์ Aracha Krasae-in	
ผลการใช้ชุดกิจกรรมแนะแนว เพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชนในเขตตำบลทุ่งผาย อำเภอเมืองลำปาง จังหวัดลำปาง THE EFFECTS OF GUIDANCE ACTIVITIES FOR SOLVING GAME ADDICTION OF YOUNG CHILDREN AND YOUTHS IN TONG FAI SUBDISTRICT MUANG LAMPANG PROVINCE	305
อัมเรศ เนตาสิต พิขชา ถนอมเสียง จิรพันธ์ เครือสาร นภาลัย ศรีวิชัย และพงษ์ศักดิ์ บุษเนียร Ammaret Netasit, Pitcha Thanomsiang, Jirapan Khruesarn, Napalai Sriwichai, and Phongsak Bussnian	

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CONSTRUCTIVISM

THE DEVELOPING OF ACHIEVEMENT AND ANALYTICAL THINKING ON CELLULAR RESPIRATION OF GRADE 10TH STUDENTS BY
CONSTRUCTIVISM TEACHING APPROACH 317

อารีรัตน์ ปั่นปล้อง ขนวัฒน์ ตันติวานุรักษ์ และเชษฐ ศิริสวัสดิ์

Areerat Pungplong, Chanawat Tuntivanuruk, and Chet Sirisawat

การพัฒนาแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวของโรงเรียนในพื้นที่เสี่ยงภัย จังหวัดเชียงราย

THE DEVELOPMENT OF EARTHQUAKE EVACUATION PLAN FOR SCHOOL IN RISK-PRONE AREAS CHIANG RAI PROVINCE 326

จักรกฤษณ์ จันทะคุณ อมรรัตน์ วัฒนธรร วารัตน์ แก้วอุไร และสุพรทิพย์ ธนภัทรโชติวัต

Jakkrit Jantakoon, Amomrat Wattanathorn, Wareerat Kaewurai, and Suphomthip Thanaphatchottiwat

บทความวิชาการ (ACADEMIC ARTICLES)

โมเดลทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบผสมพหุระดับ

MULTILEVEL MIXTURE ITEM RESPONSE THEORY MODEL 328

ธีรุตม์ สุขสกุลวัฒน์ ณัฐภรณ์ หลาวทอง และสิวะโชติ ศรีสุทธียากร

Teerut Suksakulwat, Nuttaporn Lawthong, and Siwachoat Srisuttiyakorn

การสร้างและใช้แบบจำลองในห้องเรียนวิทยาศาสตร์

MODELING PRACTICE AND USE IN SCIENCE CLASSROOM 349

อนุพงศ์ ไพธศรี ขาตรี ฝ่ายคำตา เอกรัตน์ ทานาค พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ และเอกภูมิ จันทรรักษ์

Anupong Praisri, Chatree Faikhamta, Akarat Tanak, Pongprapan Pongsophon, and Ekgapoom Jantarakantee

Research Article

ALIGNMENT OF THE REVISED SECONDARY TEACHER EDUCATION CURRICULUM AND THE HIRING QUALIFICATIONS FOR SHS TEACHERS IN THE PHILIPPINES: A THEORETICAL GAP ANALYSIS

Received: June 5, 2019

Revised: September 26, 2019

Accepted: December 12, 2019

Sylvester T. Cortes^{1*} Hedeliza A. Pineda² and Richard R. Jugar³

^{1,2}Cebu Technological University, Philippines

³University of San Carlos, Philippines

*Corresponding Author, E-mail: sylvestertcortes@gmail.com

Abstract

This theoretical gap analysis evaluates the alignment of the revised teacher education curriculum and the qualifications for Senior High School (SHS) teaching positions. The analysis is guided with Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Framework for teachers (Mishra & Koeler, 2006) by matching four artefacts to examine the alignment. The revised policies, standards and guidelines for Bachelor of Secondary Education (Commission on Higher Education Memorandum No. 75, s. 2017) is matched with the technological, pedagogical, and content knowledge requirements for SHS teaching positions reflected in the Philippine Professional Standards for Teachers (PPST), hiring guidelines for SHS teaching positions, and strand scheduling of subjects, respectively. Results reveal that in terms of technological knowledge, an alignment between the revised teacher education curriculum and PPST is notable but becomes potentially at risk of being misaligned when Technology for Teaching and Learning courses 1 and 2 are matched with SHS subjects because both courses failed to regard extensive lists of other technologies applicable for STEM education and their periodically altering landscape. The new teacher education curriculum also responds well to the pedagogical requirements for SHS teaching qualifications except for a major drawback, that is providing inappropriate clinical experiences. As to content courses, the revised teacher education curriculum excludes some courses very relevant to SHS teaching especially in science education. These results imply the need to add an additional year to the existing curriculum to intensify content, pedagogy, and technology trainings for pre-service SHS teachers if the program is intended for both use (i.e. Junior High School and SHS teaching preparation) or open a new program specific for SHS pre-service teachers.

Keywords: Teacher Education Curriculum, Senior High School Curriculum, STEM Education

Introduction

The basic education in the Philippines is expanded to 13 years pre-university cycle by virtue of Republic Act 10533 (i.e. compulsory one year kindergarten and two years SHS education) (Sarvi, 2015). This is aligned with the Philippine constitutional provisions (e.g. Article II Section 17 and Article XIV) emphasizing the primordial significance of education to the state and its people (Sergio, 2011). Needless to say, the country is also a signatory to international agreements like the Washington Accord as well as the ASEAN and APEC Mutual Recognition Projects of which it has to respond to. However, no curricular program is designed which will prepare pre-service SHS teachers to deliver the SHS curriculum prior to the inception and even up to date, thus, human resource is one of the enduring issues (Ibid.).

In this regard, the Department of Education (DepEd) hires interested teachers, professionals, and experts to teach in SHS since 2016 regardless of their trainings, experience and license (should only pass the licensure examination five years from the date of appointment) as long as the applicant is a bachelor's degree holder with earned 15 units of advanced specialization subjects relevant to the strand or a TESDA NC II certificate (DepEd, 2018). The challenge in this hiring system lies on attracting prospects, recruiting, and retaining them when the remuneration is not competitive. Salary greatly affects the type of teacher who works in the field and determines how long they stay in the job (Vegas, 2007). High earning practitioners such as lawyers, doctors, accountants and even college instructor receiving comparable salary grade with secondary teachers are not guaranteed to teach in DepEd. With the protracted breadth of tasks the teacher has in basic education, it is never a practical option.

Other initiative taken by DepEd as a response to inadequate supply of qualified SHS teachers is recruiting faculty members from Higher Education Institutions (HEIs) provided that they undertake retooling (Acosta & Acosta, 2016). Some Junior High School (JHS) teachers are also assigned to teach SHS subjects but with no clear-cut guidelines on salary and incentive adjustments (Hernando-Malipot, 2017). To some extent, both can still be classified as out-of-field teachers – those teaching not aligned with their field or having insufficient number of training and minimal qualifications (Ingersoll, 2002) regardless if they are from HEIs or JHS because pedagogical and content requirements for SHS are never analogous to both (Lucenario et al., 2016). This practice may be prevalent already in many countries but it has also undergone considerable deliberations in educational communities because of concerns associated with negative impact on learners, teachers, and the broader academic community (McConney & Price, 2009). In fact, such practice was once described as education's "dirty little secret" (Ingersoll, 2002).

Fortunately, a new curriculum was released by the Commission on Higher Education pertaining to revised policies, standards and guidelines for Bachelor of Secondary Education (BSEd) (CHED Memo no. 75, s. 2017) replacing the existing teacher education curriculum (CMO No. 30, s. 2004). This curriculum does not provide clarification if it is also designed to capacitate SHS pre-service teachers, but its graduates will likely participate in SHS teaching force in 2022 and beyond given that no curriculum is specially designed for them. In this regard, this theoretical gap analysis is designed using TPACK as framework for evaluating curriculum alignment of the revised teacher education curriculum with the qualifications for SHS teaching positions.

TPACK is teacher's professional knowledge which supports technology integration in a content-based instruction. In other words, this is characterized by synergistic intersections of teachers' knowledge on curriculum content, pedagogies, technologies, and contextual influences upon learning (Koehler & Mishra, 2008). In teacher education institutions, this is a useful framework informing curriculum developers what to prepare and include in pre-service teachers' curriculum which aligns to the technological, pedagogical, and content knowledge requirements of teaching profession (Baran et al., 2011; Martin, 2015; Tanak, 2018). Likewise, this study answers the following research question: What is the extent of alignment of the revised Secondary Teacher Education Curriculum (CMO No. 75, s. 2017) vis-à-vis the hiring qualifications for SHS teachers in the Philippines? This is of an international concern because even developed countries such as the USA, Australia, and South Africa are allowing teachers to teach subject regardless if it is not their field of specialization (*i.e.* out-of-field teachers) before as reported from several studies which negatively affects the teachers and their learners (Plessis, n.d.; Ingersoll, 2002; McConney, et al., 2009).

The Theoretical Framework

TPACK is an extension of Shulman's (1986) idea of Pedagogical Content Knowledge (PCK) "the body of understanding, knowledge, skills, and dispositions that a teacher needs to perform effectively in a given teaching situation" (Wilson et al., 1987). It is a revolutionized framework which attempts to capture indispensable forms of knowledge needed among teachers for technology application in teaching while responding to multifaceted nature of teachers' knowledge (Mishra & Koehler, 2006). As reflected in Figure 1, the framework has three fundamental forms of teachers' knowledge on technology, pedagogy, and content. Equally important to these are the intersections among them, indicated as pedagogical content knowledge (PCK), technological pedagogical knowledge (TPK), technological content knowledge (TCK), and technological, pedagogical, and content knowledge (TPACK). However, only the three main components are used as bases for gap analysis. The other forms of knowledge in the framework and the amalgamation itself are implicit in both curricula, thus, difficult to conduct inventories for linear alignment examination. The definitions of the three forms of teacher's knowledge are presented below.

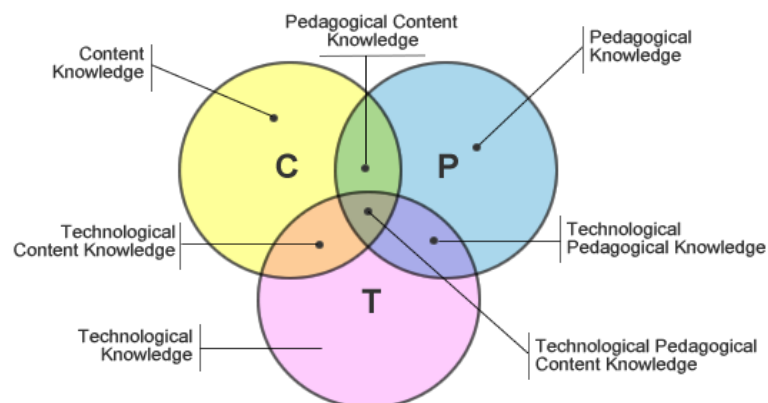


Figure 1 Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Framework for Teachers

Technology knowledge (TK) refers to knowledge on touchstone and advanced technologies like the Internet as well as digital video. This involves also the skills to operate certain technology and adapt to its continually changing landscape irrespective of what technology it is (Mishra et al., 2006, pp. 1027-1028)

Pedagogical knowledge (PK) is a deep knowledge on the processes and practices or methods of teaching and learning and how it encompasses on overall educational purposes, values, and aims. Hence, PK requires an extensive understanding on the following: cognitive, social, and developmental theories of learning and their classroom applications (Mishra et al., 2006, pp. 1026-1027);

Content knowledge (CK) is knowledge on the actual subject matter (Shulman as cited in Mishra et al., 2006). It also comprises knowledge on central facts, concepts, theories, and procedures in a given discipline or field; knowledge of explanatory frameworks organizing and connecting ideas; and knowledge of the rules of evidence and proof (Mishra et al., 2006, p. 1026). Because the framework is focused on designing and evaluating teacher's knowledge which is concerned on effective learning in different content areas, it is a useful frame on what knowledge teachers need to integrate technology into teaching and how they might develop this knowledge. In addition, we could identify which professional development program or in-service teacher trainings are relevant (Schmidt et al., 2009).

Methodology

This theoretical gap analysis examines the linear alignment of the revised curriculum for BSEd with the qualification standards for SHS teaching positions using document analysis as the research method. It is a systematic procedure for reviewing, evaluating, and interpreting contents of documents either printed or electronic material to elicit meaning, gain understanding, and develop empirical knowledge (Corbin & Strauss, 2008). In this study, the new teacher education curriculum (CHED Memo No. 75, s. 2017) is analyzed on what technological, pedagogical, and content knowledge are contained to prepare prospect SHS pre-service teachers although the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) framework by Mishra and Koeler (2006) has seven intersections. These knowledge contained in the curriculum are matched with the technological, pedagogical, and content knowledge requirements for SHS teaching positions reflected in the Philippine Professional Standards for Teachers (PPST) (DO No. 42, s. 2017), hiring guidelines for SHS teaching positions (DO No. 3, s. 2016), and strand scheduling of subjects, respectively. In terms of content knowledge, the focus is limited only on pre-service teachers or graduates to be produced by science and mathematics education matching to the essential qualifications for teachers in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) curriculum. In a nutshell, this theoretical gap analysis can be summarized by the conceptual framework presented in Figure 2. It can be deduced that the goals of this analysis are to seek alignment, possible prevailing gaps, and eventually provide implications in the event irregularities in the alignment are observed between the new teacher education curriculum with the qualification standards for SHS teaching positions.

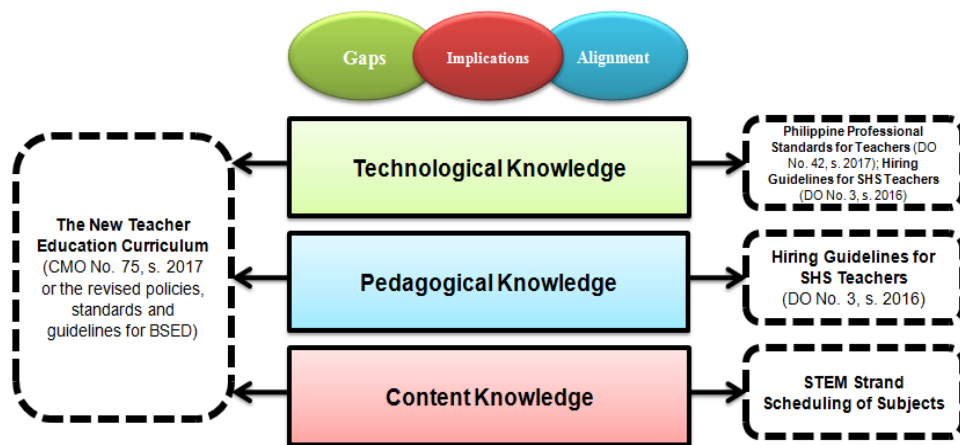


Figure 2 Conceptual Framework of the Theoretical Gap Analysis

The Artefacts

Four artefacts are used in this theoretical gap analysis. These are described below:

1. The revised policies, standards and guidelines for BSED (CHED Memo No. 75, s. 2017) is the new teacher education curriculum to be implemented in 2018. It is a “shift to learning-competency based standards/outcomes-based education” responsive to the 21st Century Philippine Teacher Education Framework and is anchored on the significant characteristics of the enhanced basic education curriculum, Philippine Qualifications Framework (PQF), PPST, and other relevant documents. The layout of the curriculum regardless of specialization is divided into four broad curricular areas: (a) General Education Courses (GEC) (CMO No. 20, series of 2013); (b) Professional Education Courses (PEC); (c) Major/Content Courses (CC) (e.g. English, Mathematics, Science, Filipino, etc.); and, (d) Mandated Courses (MC) like Physical Education and NSTP. This artefact is aligned then with the qualifications for SHS teaching position reflected in the following artefacts to examine alignment and possible prevailing gaps.

2. PPST “sets clear expectations from teachers on their career stages of professional development from beginning to distinguished practice” (DepEd, 2017, p. 1). These expectations are translated into seven domains for effective teaching in the 21st century of which two of the domains stipulate the needed technology knowledge for teachers (Ibid.). Hence, this is a viable artefact for examining alignment with the technological knowledge to be taught in both content and professional education courses of the new PSG of BSED program, and the demands for SHS teaching reflected in PPST. Also, the hiring guidelines for SHS teaching positions (DepEd, 2016) sets technology knowledge requirement for SHS teaching which are assessed by evaluation and selection committee during application process but not that too explicit.

3. The pedagogical knowledge qualifications are established in the hiring guidelines *for SHS teaching positions* (DepEd, 2016). These qualifications are explicitly listed of which the evaluation and selection committee has to observe during the interview and teaching demonstration or application process as well. To check whether the pedagogical demands of SHS teaching position are satisfied in the professional education courses to be offered in the revised teacher education curriculum, both artefacts are matched.

4. DepEd released the scheduling of subjects in all SHS strands but this gap analysis will utilize only that of STEM strand matching with the content courses offering in science and mathematics education. The scheduling of subjects when conceived is categorized into three areas: contextualized, core, and specialization subjects. In this analysis, matching only involves the STEM specialization subjects and content courses in both science and mathematics education.

On Technological Knowledge Alignment

The revised PSG for BSEd program capacitates pre-service teachers with relevant technology knowledge for teaching and learning. It allocates two courses in the curriculum of which one is to be taught as PEC and the other as CC. This is contrary to its mapping in the preceding PSG for Undergraduate Teacher Education Curriculum (CHED, 2004). Its equivalent courses (i.e. Educational Technology 1 and 2) were both mapped under PEC with the goal of introducing educational technology and media as well as the theories and principles behind their use, development, and utilization in the classroom; and, developing project-based learning (PBL) unit portfolios using ICT and web-enhanced activities of learning (Febro & Buan, 2013). In the context of the revised curriculum (CHED, 2017), course titles are modified to Technology for Teaching and Learning (TTL) 1 and 2 but courses' goals are sustained with the inclusion of competencies such as ICT policies and safety issues, social, ethical, and legal responsibility in its use, and among others. Also, the teaching of the course has become specific to the specialization mapping TTL 2 as a content course with the purpose of having pre-service teachers/students the ability to apply, design, produce, utilize, and evaluate ICT materials depending on the enrolled content courses. This course also requires a major output which is an ICT and PBL plan aligned with the enhanced basic education curriculum. The learning competencies reflected in both TTL 1 and 2 are all relevant technology knowledge but apparently demand ample amount of time given its expanded scope. Six units or two courses may not be adequate.

Table 1 Courses Developing Technology Knowledge and the Requirements in SHS teaching positions as reflected in PPST and Hiring Guidelines

Technological Knowledge Requirements for SHS Teachers	Aligned Technology Knowledge taught in the revised BSEd program	Gaps
Philippine Professional Standards for Teachers	Technology for Teaching and Learning (TTL) 1 and 2	
Domain 1. Content Knowledge and Pedagogy	2. ICT Policies and Safety Issues in Teaching and Learning	
Strand 1.3. Positive Use of ICT	9. Social, Ethical and Legal	
Domain 4. Curriculum and Planning	Responsibilities in the Use of	
Strand 4.5. Teaching and Learning Resources including ICT	Technology Tools and Resources	

Technological Knowledge Requirements for SHS Teachers	Aligned Technology Knowledge taught in the revised BSEd program	Gaps
Hiring Guidelines for SHS Teaching Positions Technology/computer skills	Technology for Teaching and Learning (TTL) 1 and 2 + surplus technology knowledge equipped among pre-service teachers in the curriculum which are essential but not assessed in the hiring process and even in the PPST	
Courses in SHS STEM Strand	Technology for Teaching and Learning (TTL) 2 ICT and PBL plan aligned with the enhanced basic education curriculum	Disregard robots, as well as augmented reality, online gaming, virtual laboratories, international collaborative projects, real-time formative assessment and skills-based assessment

Looking on its positive aspect, these technology knowledge that both courses will offer show notable alignments with the qualifications for SHS teaching position and the PPST as reflected in Table 1. The hiring guidelines may only assess tangible knowledge (i.e. computer skills as used in demonstration teaching) in a short span of time during application process but two domains in PPST (i.e. content knowledge and pedagogy, and curriculum planning) will sustain the assessment by way of determining teachers' professional development. This is anchored on the principle that learning is lifelong; hence, teachers calibrate and refine their practices as a response to the complexities of reforms in education (DepEd, 2017).

The PPST sets an expectation that every teacher will not just show skills in positive use of ICT but also to mentor colleagues in its implementation in the long run. Positive use of ICT is defined as "responsible, ethical or appropriate use of ICT to achieve and reinforce learning" (DepEd, 2017, p. 26) of which such qualification standards are very aligned with the competencies being developed in TTL 1 of the new teacher education curriculum (PEC 2 and 9). This is a very distinctive feature that both Educational Technology 1 and 2 in the old curriculum failed to capacitate the pre-service teachers. In fact, ICT before was just integrated in the instructions for teacher training in order to prepare pre-service teachers in their roles in an ICT-laden society, model its integration in teaching-learning process, sustain its application, reap its full benefits, and expand pre-service teachers' perspective on its effective integration not emphasizing much on its ethical protocols and practices in its use (Peralta – Ruales & Adriano, 2011) which supposedly involve intellectual property, digital information and online security, cyber bullying, respecting audience, and seeing themselves as both creators and users of ICT (The Safe, Responsible and Ethical use of ICT, 2013). Much probably because innovative ICTs

have just totally permeated the classroom recently and as these evolve, ethical issues become imperative to ensure its effective use (Mayes et al., 2015)

Other qualification set in PPST is on the knowledge of use of ICT resources in teaching and learning process. These pertain to basic forms of technology knowledge which are verifiable and are also assessed on the onset of application as reflected in the hiring guidelines since all applicants undergo interview and demonstration teaching (DepEd, 2016); and by just considering the course descriptions of both TTL 1 and 2, qualifications and standards in both hiring guidelines and PPST exhibit remarkable alignment. In fact, there is even surplus technology knowledge equipped among pre-service teachers in the curriculum which are essential but not really assessed in the hiring process and even in the PPST.

However, this alignment becomes potentially at risk of being misaligned when the courses are matched with SHS subjects provided that both failed to regard extensive list of other educational technologies available and their recurrently changing landscape. Digital gaming, simulation, and social networking may have been emphasized (Klopfer et al., 2009) or taught in the new curriculum but in the case of STEM education, Wu and Anderson (2015) stressed that educational technologies in this academic strand is much more advanced covering online interactive learning environments, robots, as well as augmented reality. In addition, five technology-supported pedagogic models such as online gaming, virtual laboratories, international collaborative projects, real-time formative assessment and skills-based assessment are not added on the list (Kärkkäinen & Vincent-Lancrin, 2013). Educators and researchers trust the merits of these technologies in improving STEM education (Wu & Anderson, 2015), hence, these must have been included in the curricular competencies. However, a sufficient amount of time and high caliber teaching individuals are also needed to transfer these forms of knowledge among SHS pre-service teachers.

The problem if the curriculum will really be used for SHS pre-service teacher preparation, the technology knowledge qualifications or standards for SHS teaching positions will remain minimal to the point that if it does not meet the supposed needs of SHS STEM students.

On Pedagogical Knowledge Alignment

Pedagogy is a specialized knowledge of teachers pertaining to classroom management, assessment, teaching methods, lesson planning, learning processes, individual student, and the ability to adapt on students' individual differences of which teachers use to create effective teaching and learning environments (Guerriero, n.d.). In the existing CMO, these pedagogical knowledge (PK) are embedded and taught in professional education courses categorized into three themes: foundations/theories and concepts of education, methods and strategies of teaching, and experiential learning as shown in table 2. Their purposes are to develop broad repertoire of perspective, professional capacities, sensibilities and skills in teaching (National Council for Teacher Education, 2009). Also, these provide pre-service teachers an understanding on school subjects and their pedagogic approaches in the concrete context of the school and the learner by forging linkages among learner, context, subject discipline and the pedagogical approach (Patra, 2016).

Table 2 Professional Education Courses and Pedagogy Knowledge Requirements for SHS teaching positions

Pedagogical Knowledge Requirements for SHS Teachers	Aligned Pedagogical Knowledge taught in the revised BSEd program	Gaps
Hiring Guidelines for SHS Teaching Positions	Foundation Courses	
Demonstration Teaching	1. The Child and Adolescent Learners and Learning Principles	
a. Lesson Planning and Preparation	2. The Teaching Profession	
b. Classroom Management	3. The Teacher and the Community, School Culture and Organizational Leadership	
c. Teaching Learning Process	4. Foundation of Special and Inclusive Education	
d. Language Proficiency		
e. Assessment of Learning Outcome		
f. Reinforcement of Learning		
Interview	Methods and Strategies	
a. Teaching Ability	1. Facilitating Learner Centered Teaching	
b. Classroom Management:	2. Assessment in Learning 1	
c. School Fit	3. Assessment in Learning 2	
	4. Technology for Teaching and Learning 1	
	5. The Teacher and the School Curriculum	
Clinical Experience		Experiential Learning
		1. Field Study 1
		2. Field Study 2
		3. Teaching Internship

Fortunately, there is an alignment with what professional education courses will intend to teach or develop among pre-service teachers on the pedagogical pre-requisites of SHS teacher. These pertain to the ability to craft effective lesson-plans, design instructional strategies and assessment, provide ambitious goal for student success, address multiple needs of the students, maintain high expectations for students when confronted with setbacks, demonstrate ability to encourage positive student behavior, and deal effectively with negative student behavior (DepEd, 2016). As long as these prescribed PK are acquired and applied when they become in-service teachers, students will certainly lead to substantial improvements in terms of their wellbeing, engagement, and learning outcomes (Goldspink et al., n.d.; UNESCO, 2005).

There is one major drawback, however, when BSEd curriculum will continually be used as training ground for SHS pre-service teacher applicants. This will persist to provide clinical experiences misaligned with that of SHS teaching requirement. Internship supposedly prepares them to actual classroom teaching of which they undergo proper and adequate monitoring, supervision, and guidance with their cooperating or supervising teachers (Ulla, 2016; Starkey & Rawlins, 2012). In addition, it equips them by all account with preliminary job knowledge and experiences by provision of rationales for specific pedagogies, techniques to adapt to various

styles of learning, and approaches to address difficult materials, thus enhancing their chances for employability in the competitive labor market (Phoebe, 2010; Hemmerich et al., 2015). There had been much studies disclosing that relevant or aligned experience is one of the crucial bases for job admission (e.g. Moreau & Leathwood, 2006; Helyer & Lee, 2014; O'Leary, 2016). But in the instance that a certain pre-service teacher takes his intern in JHS but later apply for SHS teaching position, he becomes irrelevant to the demand of the marketplace (Jean et al., 2012). Much more when he applies for a teaching position in which he will be assigned to teach courses not related to his academic major. Pedagogy varies according to subject matter and Philippines is not exempted in the prevalence on the issue of out-of-field teaching. It becomes a metaphor when one's internship experience is not preparing him to his prospected teaching position.

On Content Knowledge Alignment

Content courses of the revised undergraduate teacher education curriculum do not perfectly align with the specialized subjects offered in STEM Strand on the following grounds:

1. There are topics in General Biology 2 such as origin and evolution of biodiversity, systematics based on evolutionary relationship, and processes in plants and animals having no equivalent or aligned courses in science education of the new curriculum (DepEd, 2016). The five courses allocated for biological sciences are insufficient displacing zoology, botany, origin and evolution of biodiversity, systematics and among others which supposedly will explicitly explain the aforecited contents.

2. Students in STEM strand will be required to identify a scientific, technological, or mathematical problem worthy for investigation and preparation of scientific report as major requirement for their research subject or capstone project (DepEd, 2016). Conversely, research in science and mathematics education prepares pre-service teachers to craft research in teaching addressing problems, issues, and concerns in science and mathematics teaching and learning. Such may be an action research in the content or pedagogy of science or mathematics and not Science or Mathematics Investigatory (CHED, 2017). Hence, inconsistency in both curricula is also notable.

Table 3 Science and Math Content Courses Matched with STEM Specialized Subjects

STEM Specialized Subjects	Aligned Courses in Mathematics and Science Education Offered in the Revised Curriculum
General Biology 1 (Cell, Biological Molecules, Energy Transformation)	Biology Courses
General Biology 2* (Genetics, Origin and Evolution of Biodiversity*, Systematics Based on Evolutionary Relationship*, Compare and Contrast Processes in Plants and Animals*)	Genetics; Cell and Molecular Biology; Microbiology and Parasitology; Anatomy and Physiology; Environmental Science
General Chemistry 1 and 2 (Composition, Structure, and Properties of Matter, Quantitative Principles, Kinetics, and Energetics of Transformations of Matter, Fundamental Concepts of Organic Chemistry)	Chemistry Courses
	Inorganic Chemistry; Organic Chemistry; Biochemistry Analytical Chemistry

STEM Specialized Subjects	Aligned Courses in Mathematics and Science Education Offered in the Revised Curriculum
General Physics 1 (Mechanics of Particles, Rigid Bodies, and Fluids Waves, Heat and thermodynamics)	Physics Courses Thermodynamics; Modern Physics; Electricity and Magnetism
General Physics 2 (Electricity and Magnetism, Optics, Basics of Special Relativity, Atomic and Nuclear Phenomena)	Waves and Optics; Fluid Mechanics
Pre-Calculus (Analytic Geometry, Series and Mathematical Induction, Trigonometry)	Calculus 1 with Analytic Geometry; Calculus 2; Calculus 3
Basic Calculus (Limits and Continuity, Derivatives, Integration)	
Research or Capstone Project* (Identification of a scientific, technological, or mathematical problem, design and application of an appropriate methodology, formulation of hypothesis, and drawing conclusions based on investigation, Preparation, presentation, and defense of research output)	NONE

** means no aligned course in the revised teacher education curriculum*

These are only some of the perceived misalignment in terms of content knowledge to be taught in science and mathematics education of the revised curriculum and that needed in STEM curriculum. The analysis even excludes how the revised teacher education curriculum fits with the need of other SHS strands in four tracks (i.e. academic, sports, arts and design, as well as TVL). Hence, when graduates of this curriculum will participate in SHS teaching force particularly in STEM, they can be considered out-of-field teachers taking into account that they will teach inadequate content knowledge on certain competencies (Ingersoll, 2002). The exclusion of fundamental biological sciences such as ecology, botany, zoology, and systematics in the case of science education curriculum for an instance is no good because these would supposedly prepare pre-service teachers to teach some concepts in General Biology 2. Nevertheless, they would teach the subject. The impact of out-of-field phenomenon would only add complexity to the education environment affecting the broad educational communities as it will jeopardise effective teaching and quality learning (Plessis, n.d.). The DepEd may be able to hire professionals or experts of certain discipline as a response to this problem but this may not be sustainable and will likely be a collection only of content specialist. There is a need for teachers who can marry content and pedagogy plus technology or the knowledge of utilizing variety of technologies in teaching and/representing and/ facilitating creation of knowledge in particular subject content.

Implications

The fusion of content/major courses to align with the feature of spiral progression such as the case in science education has led to the congestion of curriculum and displacement of relevant courses in the teacher education program. This revised PSG for secondary teacher education curriculum may fit so well for preparing pre-service JHS teachers but not for pre-service SHS teachers. The curriculum even excludes the teaching of more advanced spectra of technology for teaching and learning in SHS as well as the provision of appropriate or aligned clinical experiences. To address these gaps, there is a need to add an additional year

to the existing curriculum to intensify content, pedagogy, and technology training for pre-service SHS teachers. This amount of time will be for allocated for offering of general education, professional, and content education courses which are displaced or not offered in the new teacher education curriculum but are relevant in the teaching of SHS curriculum. Other option may involve opening a new program which courses are constructively aligned with SHS curriculum in terms of GEC, CC and PEC. With this program, there is an assurance that we are not employing out-of-field teachers in SHS because the new curriculum will tool or prepare the pre-service teachers with the requirements for SHS teaching positions. Finally, the major implication of this paper rests on the importance of examining the alignment with what pre-service teachers are prepared in any teacher education curriculum and what TPACK requirements are needed in the teaching profession not only here in the Philippines but across the world because we may be sharing the same curricular challenges and issues. Any curriculum should be responsive or coherent to the needs of the society which it is designed to serve.

References

- Acosta, I., & Acosta, A. (2016). Teachers' perceptions on senior high school readiness of higher education institutions in the Philippines. *Universal Journal of Educational Research*, 4(10), 2435-2450.
- Baran, E., Chuang, H. H., & Thompson, A. (2011). TPACK: An emerging research and development tool for teacher educators. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(4), 370-377.
- Commission on Higher Education. (2017). *Policies, standards and guidelines for bachelor of secondary education (BSEd)*. Retrived form <http://ched.gov.ph>
- Corbin, J. & Strauss, A. (2008). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Department of Education. (2015). *Suggested Academic Track - Science, Technology, Engineering, and Mathematics Strand Scheduling of Subjects*. Retrived form www.deped.gov.ph
- Department of Education. (2017). *National adoption and implementation of the philippine professional standards for teachers*. Retrived form www.deped.gov.ph
- Department of Education. (2018). *Hiring guidelines for senior high school teaching positions effective school year (SY) 2016-2017*. Retrived form www.deped.gov.ph
- Febro, R. D., & Buan, A. T. (2013). Development of educational technology courses and their application in student teaching: case of Mindanao State University – Iligan Institute of Technology (Philippines). *Case Studies on Integrating ICT into Teacher Education Curriculum in Asia*, 40-53.
- Goldspink, C., Winter, P., & Foster, M. (n.d.). *Student engagement and quality pedagogy*. Retrived form https://www.education.sa.gov.au/sites/g/files/net691/f/student_engagement_and_quality_pedagogy.pdf
- Guerriero, S. (n.d.). *Teachers' pedagogical knowledge and the teaching profession*. OECD.
- Helyer, R., & Lee, D. (2014). The role of work experience in the future employability of higher education graduates. *Higher Education Quarterly*, 68(3), 348-372. <https://doi.org/10.1111/hequ.12055>

- Hemmerich, A. L., Hoepner, J. K., & Samelson, V. M. (2015). Instructional internships: Improving the teaching and learning experience for students, interns, and faculty. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 15(3), 104-132.
- Hernando-Malipot, M. (2017). Insufficient supply of qualified teachers remains DepEd's challenge. *Manila Bulletin*. Retrived form <https://news.mb.com.ph/2017/06/08/insufficient-supply-of-qualified-teachers-remains-depeds-challenge/>
- Ingersoll, R. M. (2002). *Measuring out-of-field teaching*. Philadelphia, PA: University of Pennsylvania.
- Jean, C. P., Kawai, H., Rong, H. W., Chi, O. X., & Yin, S. C. (2012). *Internship satisfaction: A preliminary study on undergraduates from Faculty of Business and Finance of University Tunku Abdul Rahman*. Universiti Tunku Abdul Rahman.
- Kärkkäinen, K., & S. Vincent-Lancrin. (2013). Sparking innovation in STEM Education with Technology and Collaboration: A Case Study of the HP Catalyst Initiative. *OECD Education Working Papers*, No. 91. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1787/5k480sj9k442-en>
- Klopfer, E., Osterweil, S., Groff, J., & Haas, J. (2009). The instructional power of digital games, social networking, simulations and how teachers can leverage them. *The Education Arcade - Massachusetts Institute of Technology*, 1-23.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). Introducing TPACK. In *AACTE Committee on Innovation & Technology* (Eds.), *Handbook of technological pedagogical content knowledge for educators* (pp. 3–29). New York, NY: Routledge.
- Lucenario, J. L., Yangco, Y. T., Punzalan, A. E., & Espinosa, A. A. (2016). Pedagogical content knowledge-guided lesson study: Effects on teacher competence and students' achievement in chemistry. *Education Research International*, 1-9.
- Martin, B. (2015). Successful implementation of TPACK in teacher preparation programs. *International Journal on Integrating Technology in Education (IJITE)*, 4(1), 17-26.
- Mayes, R., Natividad, G., & Spector, J. M. (2015). Challenges for educational technologists in the 21st century. *Education Sciences*, 5, 221-237.
- McConney, A., & Price, A. (2009). Teaching out-of-field in Western Australia. *Australian Journal of Teacher Education*, 34(6), 86-100.
- Mishra, P., & Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 1017–1054.
- Moreau, M. P., & Leathwood, C. (2006). Graduates' employment and the discourse of employability: A critical analysis. *Journal of Education and Work*, 19(4), 305–324.
- National Council for Teacher Education. (2009). *National Curriculum Framework for Teacher Education*. New Delhi: Document Press, HS-14 Kailash Colony Market, New Delhi-110048.
- O'Leary, S. (2016). Graduates' experiences of, and attitudes towards, the inclusion of employability-related support in undergraduate degree programmes; trends and variations by subject discipline and gender. *Journal of Education and Work*, 1-21.

- Orale, R., & Sarmiento, D. (2016). Senior high school curriculum in the Philippines, USA, and Japan. *Journal of Academic Research*, 1(3), 12-23.
- Patra, G. (2016). Instructional effectiveness in the light of national curriculum frame work. *International Journal of Multidisciplinary Approach and Studies*, 3(5), 46-56.
- Peralta – Ruales, S. T., & Adriano, C. T. (2011). ICT integration in teacher education institutions. *The Mindanao Forum*, 24(2), 151-179.
- Phoebe, W. K. (2010). Determinants of internship effectiveness for university students in Hong Kong. *Hong Kong Baptist University*, 1-57.
- Plessis, E. D. (n.d.) The implications of the out-of-field phenomenon for effective teaching, quality education and school management. Department of Further Teacher Education. University of South Africa, Pretoria, South Africa.
- Sarvi, J., Munger, F., & Pillay, H. (2015). *Transition to K-12 education systems; experiences from five case countries*. Mandaluyong City, Philippines: Asian Development Bank.
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (2009). Technological pedagogical content knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 4(2), 123–149.
- Sergio, M. R. (2011). K-12 Education reform: Problems and prospects. *Gibon*, 9, 70-80.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Tanak, A. (2018). Designing TPACK-based course for preparing student teachers to teach science with technological pedagogical content knowledge. *Kasetsart Journal of Social Sciences*.
- The Safe, Responsible and Ethical use of ICT*. (2013, September 13). Retrieved April 5, 2018, from holl0143: <https://holl0143.wordpress.com/2013/09/13/the-safe-responsible-and-ethical-use-of-ict/>
- Vegas, E. (2007). Teacher labor markets in developing countries. *Spring*, 17(1), 219-232.
- Wilson, S. M., Shulman, L. S., & Richert, A. E. (1987). “150 different ways” of knowing: *Representations of knowledge in teaching*, In. Calderhead, J. (Ed.), *Exploring teachers’ thinking* (pp. 104-124). London, England: Cassell.
- Wu, Y. T., & Anderson, O. R. (2015). Technology-enhanced stem (science, technology, engineering, and mathematics) education. *Journal of Computer Education*, 2(3), 245-249.

Research Article

AN INSTRUCTIONAL INNOVATION TO STRENGTHEN COMPREHENSIVE HUMANIZATION FOR HIGHER EDUCATION STUDENTS: SOFT SKILLS FOR THE DIGITAL SOCIETY

Received: April 30, 2020

Revised: June 30, 2020

Accepted: August 4, 2020

Chayanid Yimsawat^{1*} Charin Mangkhang² Thongchai Phuwanatwichit³ and Bupa Anansuchatkul⁴

^{1,2,3,4}Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: Chayanid.y@cmu.ac.th

Abstract

This article presents the results of applying an instructional model designed to strengthen comprehensive humanization for higher education students by using CELER Model. The CELER Model consists of five steps in the process, including 1) Creation of atmosphere (C), 2) Experience review (E), 3) Learning for living (L), 4) Empowerment (E), and 5) Reflection (R). Results of applying the CELER Model indicated that the emotional characteristics of comprehensive humanization led to a more positive attitude to other people. The CELER Model post-test ($M = 4.31$, $SD = .37$) was higher than the pre-test ($M = 3.96$, $SD = .40$) with statistical significance at .05. Most of the students were completely satisfied and very satisfied by the CELER Model in every course outline, especially Course Outline 4, which showed that the students were completely satisfied in every step. When examining each step, it was reported that 84.38 percent of students were completely satisfied ($M = 4.84$, $SD = 0.36$) in Learning for living (L), which was higher than that of other processes. The results from opinion surveys and focus group discussions of the students showed that the model could strengthen positive attitudes, understanding oneself and others, working with others smoothly, creative thinking and problems solving in complicated situations. These characteristics are soft skills which are significant in the 21st century skills.

Keywords: Instructional Innovation, Soft Skills, Social Studies Pre-Service Teacher, Humanization, Digital Society, 21st Century Skills

Introduction

Humankind in digital society needs to reconsider the definition of education. Because of technological advancement, educational institutions have developed close relationships with the economic and social system. They tend to focus on developing humans for the industrial system, rather than on creating graduates who are well-rounded in their body, emotional and cognitive aspects. Moreover, the emphasis on industry causes environmental degradation, as there is a general lack of awareness of using natural resources. As well, there is a lack of understanding

of themselves and others, and bullying is widespread (Sindhuprama, n.d.; Department of Mental Health, 2018). Many of these problems are caused by western notions of economic competition, rather than seeing education as a path for humanistic earning and helping each other (Mangkhang, 2017, p. 9; Rukspollmuang, 2014, p. 2). Academicians are now attempting to achieve a balance and developing an educational management model that promotes a holistic education that can deal with and solve problems in the modern world. In addition to the development of hard skills, 21st-century education trends need to focus on soft skills, spiritual development, morality and ethics as well as the shared consciousness of living with others in society (Wongkitrungruang & Jittarerk, 2013, pp. 39-50). Presently, these soft skills are needed in the labor market, since soft skills promote good relationship, quality teamwork in the organization, creative thinking, the ability to develop work, leadership and problem solving (Cobo, 2013; Dixon et al., 2010; Robles, 2012; Inta, 2019).

From these and other issues, the researcher decided to focus on students who were bound for the teaching profession by developing a comprehensive humanization curriculum. Ideally, this curriculum would develop characteristics of understanding of themselves and the others. It would further develop respect for cultural diversity, gender equity and human rights. Also, it would have a conscience and be public-minded and would respect nature (Phra Promkunaporn, 2013; UNESCO, 2015; The Earth Charter, 2019; Royal Thai Government Gazette, 2019). Along with the development of these soft skills, it would also develop guidelines to solve problems of sustainability. "Pre-service teachers", in other words, should be regarded as the key to the future, as creators of knowledge, and cultivators of students' behaviors.

In brief, teachers must support and strengthen the quality of citizens in the digital age. And the subject matter that most readily lends itself to this mission is Social Studies. That is, the methodology of teaching Social Studies focuses on knowledge integration related to living together in society. This mandate follows the Announcement of the Ministry of Education (Royal Thai Government Gazette, 2019, p. 8) about Thai Qualification Framework for Higher Education, Department of Education, which is clearly stated in the section of general education as a program that strengthens comprehensive and knowledgeable humanization, including an understanding and appreciation of oneself, others, society, art, culture and nature. The student should be a valuable citizen of Thailand and the world.

Strengthening the comprehensive humanization characteristics for Social Studies student teachers would help create the qualification of change agent of Social Studies class in the 21st century. For that reason, the researcher presented the instructional model to strengthen comprehensive humanization for higher education students like CELER Model which the researcher had developed. The CELER Model consists of 1) Creation of atmosphere (C), 2) Experience review (E), 3) Learning for living (L), 4) Empowerment (E), and 5) Reflection (R). These five steps have to be done step by step for the purpose of strengthening various characteristics to the students continuously and efficiently. The researcher also presented the results of CELER Model application in order to improve instructional models in Social Studies institutions and to adjust 'students' attitude in the digital age and increase awareness of social dynamics. This improvement could be applied to student teachers in other fields of study as well as students in other professions in higher education. Such improvements would improve the quality of citizens living together peacefully and sustainably.

Research Objectives

1. To create an instructional model to strengthen comprehensive humanization for higher education students
2. To examine the results of applying the instructional model to strengthen comprehensive humanization for higher education students

Research Methodology

The research applied Research and Development (R&D) by using mixed method research between quantitative research, qualitative research, and Participatory Action Research (PAR).

Step 1: Analyze key concepts of humanistic learning. These include;

- 1) analyzing relevant theories and studies of human development, such as Transformative Learning, Contemplative Education, Neo-Humanist and Andragogy to synthesize and classify development guidelines.
- 2) Employ survey methods of learning management which could create comprehensive humanization characteristics. The study surveyed 28 students of the development group and 32 students of the target group with open-ended questions, for designing activities in course outlines. The researcher then analyzed the data with content analysis.
- 3) Create the CELER Model manual for a CMU course entitled "Man and Environment and Sustainable Development. This entailed a total of 6 course outlines with 45 hours in total. Characteristics of comprehensive humanization in behavioral, emotional and cognitive areas appeared in course outline 1-6 according to guidelines synthesized in process 1 and 2. Analyze percentage and examine Item Objective Congruence (IOC) of course outline from 9 experts. The values were between 0.78-1.00 which could be further applied in instructional management.

Step 2: Model implementation and development with these procedures, including 1) creating a measuring tool for comprehensive humanization characteristics of the learners in CELER Model pre-test and post-test by using a rating scale and situational test. Examine Item Objective Congruence (IOC) from 9 experts resulting in values between 0.78-1.00 which could be used for measurement. Then, apply the tool to the 28 students of the development group who were similar to the target group with Cronbach's coefficient; 2) Implement the model with the development group who had enrolled in Man and Environment and Sustainable Development in the second semester of the academic year 2017 with Participatory Action Research (PAR) for one semester.

Students of the development group brainstormed the instructional model. Together, they evaluated the Strengths, Weakness, Opportunities and Threats (SWOT Analysis) of each course outline and designed and developed activities of the model for completion; 3) discuss with students of the development group to take the data for model improvement; 4) take results from the development group for the complete model improvement before implementing with the target group; 5) create a satisfaction evaluation in 5 levels due to Likert Scale. Create open-ended survey and question framework for focus group discussion to use with students of the target group after testing CELER Model.

Step 3: Implement the instructional model to strengthen comprehensive humanization for higher education students with 32 students of the target group. They had enrolled in Man and Environment and Sustainable

Development in the Second Semester of Academic Year 2018. The processes consisted of 1) students evaluated a rating scale and situational test before testing CELER Model; 2) implement CELER Model with students of the target group until the end of the semester; 3) students evaluated a rating scale and situational test after testing CELER Model; 4) students evaluated satisfaction evaluation about CELER Model in each course outline, a total of 6 course outlines; 5) students evaluated an open-ended survey after testing CELER Model by writing; 6) students grouped themselves for 5-6 people for focus group discussion after testing CELER Model.

Step 4: Examine the results of applying CELER Model and present results of the application. Tools used in the results were the manual of instructional management with a complete CELER Model, rating scale, situational test, satisfaction evaluation, an opinion survey, and focus group discussion. Students of the target group evaluated a rating scale and situational test of both CELER Model pre-test and post-test by analyzing the data with t-test statistic value at .05. On the contrary, they evaluated satisfaction evaluation only after implementing the CELER Model with percentage. These three measurement methods were evaluated using online. Besides, the students evaluated the opinion survey after testing CELER Model by writing their opinions, both pre-test and post-test of CELER Model and analyzed the data by content analysis. For focus group discussion, the researcher analyzed the data by transcribing voice in word by word, systematized the data, and presented the data in an essay.

Research Findings

1. Results of improving the instructional model to strengthen comprehensive humanization for higher education students by using Participatory Action Research (PAR) with 28 students of the development group could be summarized in Figure 1 below:

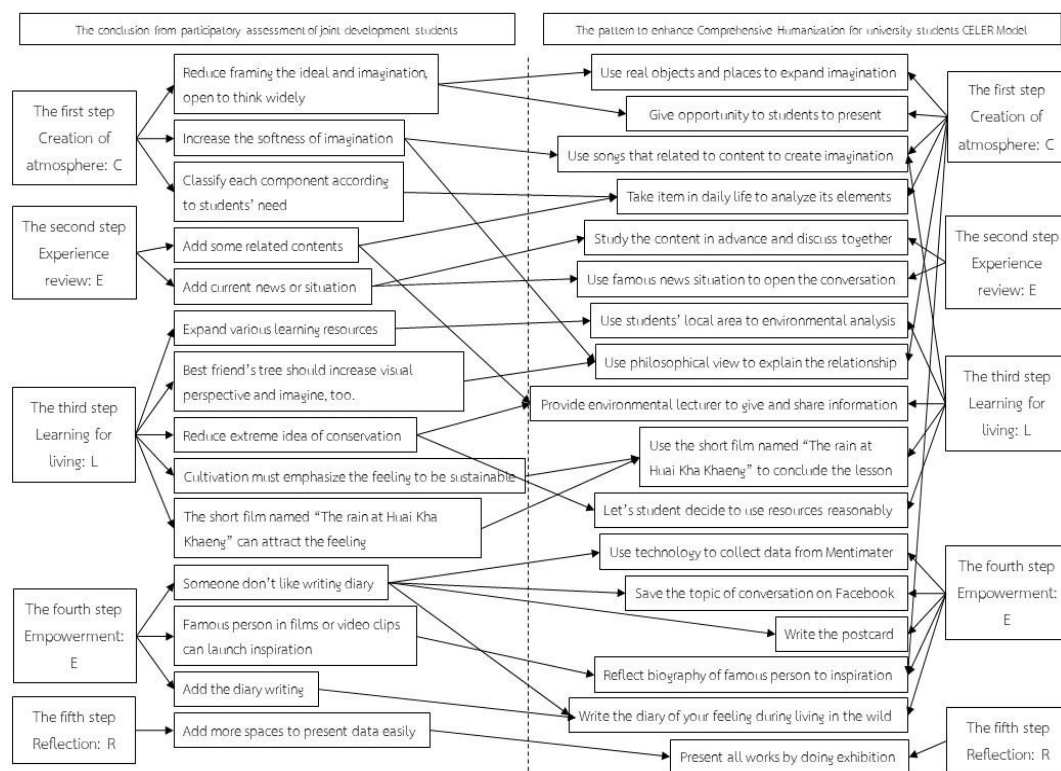


Figure 1 presents the improvement of CELER Model

According to the picture, the students proposed that in Creation of atmosphere (C), procedures to frame the questions should be reduced. Experience review (E), more news or situations related to the lesson should be increased to help deeper understanding. The students further suggested that in Learning for living (L), various learning areas should be increased and extremism of environmental conservation should be reduced. Besides, in the process of Empowerment (E), the use of the idol should be increased to create inspiration and empowerment. At this point, the successful idols use all their endeavor to achieve their goals; a good result caused from their achievements makes us want to do the same things as they do. Lastly, the students needed to increase various spaces to publicize their works, as presented in the process of Reflection (R). However, according to the focus group discussions, the students reflected that "...those methods made me interested in the surrounding environment. By doing activities, it is the chance to make interaction with friends that practices me to learn to accept different opinions, open mind to learn from others' attitude..." According to the discussion, most of the students quite obviously reflected soft skills which were enduring behaviors more than behaviors in other aspects.

2. The instructional model to strengthen comprehensive humanization for higher education students (CELER Model) could be presented in Figure 2 below:

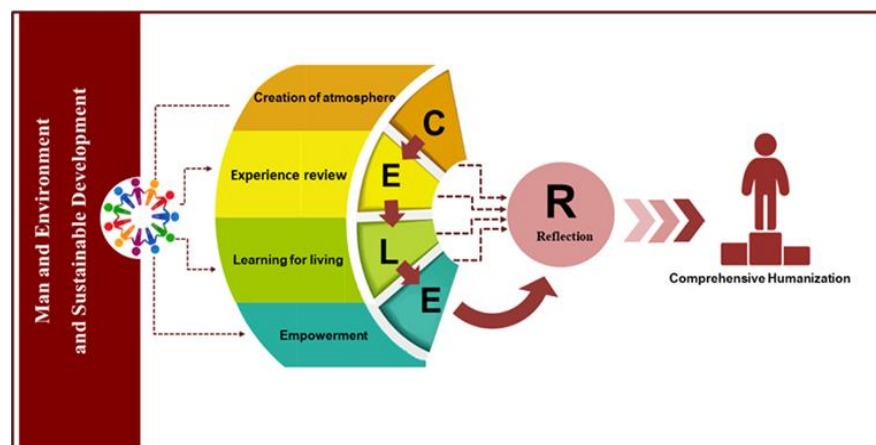


Figure 2 shows the instructional model (CELER Model)

The process of instructional management with the CELER Model consisted of five processes. The processes include 1) Creation of atmosphere (C): relaxing atmosphere should be created with no pressure, together with a positive learning community; 2) Experience review (E): this process should be started after creating a positive atmosphere to support new exchanges of knowledge and challenge for the learners; 3) Learning for living (L): after the learners receiving knowledge and experiences in the classroom, they should receive direct experiences to create enduring knowledge and strengthen various skills; 4) Empowerment (E): for learning and accumulation of experiences, the learners should think over themselves to create a valuable area inside their mind; and 5) Reflection (R): summary of knowledge synthesized within the learners by creating works. According to the reflections of Participatory Action Research (PAR) with students of the development group, the reflections presented guidelines that, "...each step should be ordered sequentially because some steps need to learn before running the next level smoothly, for example, Experience review (E) that is the step of contents connecting other steps. By this, Creation of atmosphere (C) should list

at the first step of learning in each lesson because it helps the learners understand themselves and the others, as well as creating confidence to present information in other steps..."

From the focus group discussion of students of the development group, the researcher has the guideline to order the teaching process sequentially that able to strengthen behavior, emotional and cognitive skills. Moreover, the results showed that students had soft skills.

3. Results of the comprehensive humanization characteristics of the higher education students from rating scale and situational test in behavioral, emotional and cognitive were not different from CELER Model pre-test with statistical significance at .05. However, when classifying the emotional characteristics in details from rating scale, the analysis showed that positive attitude to others after participating in the activity ($M = 4.31$, $SD = .37$) was higher than pre-participation ($M = 3.96$, $SD = .40$) with statistical significance at .05. Meanwhile, emotional characteristics about discrimination of right and wrong for post-participation ($M = 3.88$, $SD = .64$) was lower than pre-participation ($M = 4.38$, $SD = .35$) with statistical significance at .05. The results were presented in the table below:

Table 1 presents the analysis of the emotional characteristics from a rating scale

Variables		Paired Differences					<i>t</i>	df	<i>p</i>
		<i>M</i>	SD	Sd Error Mean	95% Confidence				
					Interval of the				
					Lower	Upper			
Having a positive attitude to others	Before	-.35	.45	.08	-.56	-.23	-4.87*	31	.00
	After								
Having a public mind	Before	.16	.65	.11	-.07	.40	1.42	31	.16
	After								
Discrimination of right and wrong	Before	.50	.69	.12	.24	.75	4.05*	31	.00
	After								
Having morality and ethics	Before	-.07	.58	.10	-.28	.13	-.70	31	.48
	After								

Results of focus group discussion showed that the students reflected their emotional changes after participation in the activity of CELER Model that, "...I like to do an activity which made me learn and understand my friends better and raise positive attitude to those friends..." Additionally, the results of some learners indicated that they paid more attention to answer the questionnaire based on the truths.

Discussion

The conclusions from 1st objective, 1) creation of an instructional model to strengthen comprehensive humanization for higher education students has five processes, including 1) Creation of atmosphere (C): the instructor designs a classroom as a positive learning community to make the learners feel relaxed, dare to express opinions with no pressure and be able to use their imagination. Panich (2015, p. 30; 2016, p. 141) argues that learning through understanding others would happen powerfully in a free atmosphere. The concept follows Contemplative Education and Neo-Humanist that understanding and real acceptance self both positive and negative ways are an important basis for changing oneself, resulting in self-perception of ourselves and the others (Ninchaikowit, 2012; Amatyakul, 2013; Leelaswatanakij, 1999). From the reasons above, the researcher then focused on creating a social atmosphere in the classroom to create positive feelings before taking action in the next process; 2) Experience review (E): the instructor uses various reflective activities suitably with the contents that are the aims of the learning. At this point, the researcher arranged the activity according to the mechanisms of transformative learning in four ways consisting of 1) activate prior knowledge, 2) learn new meaning, 3) change original meaning, and 4) change the frame of definition (Panich, 2015, p. 31, 88). These four ways could be used to examine reasons for making a decision, rather than absorbing beliefs, feelings and other's decision as one's own; 3) Learning for living (L): this learning process focuses on direct experiences. This is related to Experimentalism which believes in human and environment relationship causes the accumulation of experiences that could be changed according to social dynamics and contexts (Sinlarat, 2013, pp. 57-59). To support that belief, the researcher arranged three nature field trips for the students and asked the students to arranged the nature field trips themselves for more than five times from their nearby areas, such as taking photos for describing interspecies interactions, a forest field trip in northern Thailand, etc. All of these activities based on Contemplative Education which emphasizes on good conscience and realization of individual's responsibility towards humankind and all things in nature (Ninchaikowit, 2008, p. 3); 4) Empowerment (E) is the process of reflective thinking from what the learners have learnt and internal changes as well as inspiration for adjusting daily life suitably, such as descriptive writing, storytelling, roleplay, etc. This is related to Panich (2015, p. 192) who stated that transformation would happen when a person opens up his previous experiences with Mezirow's Critical Theory which concentrates on positive interaction with the reality at present, causing the learners to have deep awareness; 5) Reflection (R): summary of knowledge synthesized all from inside of the learner by creating works to publicize and exchange with others, such as works created from projects, inventions, short stories, photos, etc. As Andragogy states about the role of learners' experiences that when the learners grow up with the accumulation of knowledge, learners then focus on learning gained from experience rather than being fed by the education (Knowles, 1980, pp. 43-44).

The results of applying CELER Model reflected holistic strengthening to learners. However, according to changes of learner's characteristics reflected from the focus group discussion of CELER Model post-test, the learners had emphasized that behavioral changes have to use for a period of time. Most of learners reflected emotional and cognitive changes in a positive way, and CELER Model could strengthen soft skills as well.

The conclusions from 2nd objective, 2) results of applying CELER Model, the researcher summarized and discussed that emotional characteristics on positive attitude to others could affirm that CELER Model helps the learners to have a positive attitude to others and can strengthen soft skills. Whereas, the emotional characteristics on

discrimination of right and wrong, the researcher presumed that after completing the instructional management process, the learners would read the assessment carefully and be honest for evaluating their behaviors. According to the outcomes of focus group discussions, the students reflected that CELER Model post-test caused them to have consciousness in analyzing the questions and answers to consider themselves deeper. The students, hence, paid more attention to answer the questionnaire truthfully than answering the questionnaire of CELER Model pre-test. The students reflected soft skills as well. When considering satisfaction evaluation, it reported that most of the students completely satisfied and very satisfied in every course outline as seen in Course Outline 4: Environmental Education with Citizen Development, students completely satisfied every process. By this, Learning for living (L) presented that 84.38 percent of students completely satisfied ($M = 4.84$, $SD = 0.36$), which was higher than other processes. That is to say, the researcher asked the learners about their needs for learning before designing activities of CELER Model which every step is related to adult learners. As Andragogy has stated that adult learning is different from child learning in four issues, including 1) concept of learner: adults need for self-reliance; 2) role of learners' experiences: when learners have much knowledge, learners then prefer learning gained from experience to education; 3) readiness to learn: adult learners want to learn when they must use information and knowledge for enhancing their life; 4) orientation to learn: adult learning depends on their current problems rather than learning for using knowledge in the future (Knowles, 1980; Saksung, 2009; NSTDA, 2015).

According to the data above, it points out that CELER Model can adjust characteristics of Social Studies teachers in transferring habits and desirable qualifications to the learners for living together in the digital society. This instructional innovation would help institutions of Social Studies teachers across the country to reshape their teaching according to Social Studies Teacher Qualification Framework to be in accordance with Thai Qualification Framework for Higher Education, Department of Education. However, preparation for Social Studies teachers is a mechanism of reforming Social Studies classroom which has to adjust the teaching in society, culture, beliefs and roles of social institutions, to give new definitions for together sorting out solutions to digital citizens. Results of implementing CELER Model also found that it can strengthen soft skills. That is to say, soft skills are very significant for labor market in nowadays. The teaching profession, at the same time, applies soft skills as well, since qualification requirements for modern teachers are not only teaching well or having good teaching techniques, but the society and institutions also require teachers with soft skills rather than hard skills. For the reason that the teachers must have great faith in the profession, patience, honesty, friendliness, appropriate adaptation to works, love and kindness to the students, politeness, honor to the students, support and encouragement to the students with sincerity and equality. Artificial Intelligence (AI) cannot invent these qualifications like "Teacher" as a human.

Finally, this research has confirmed the social theory that instructional innovation is one practice of human, which is used as regulations for human coexistence. In other words, soft skills are regarded as a culture since humans develop technology for convenience and create alternatives for interactions. Still, they ignore the environment and spirit of all things. Technology alone is not a solution. Soft skills, thus, will be the goal for characteristics of comprehensive humans in living together in the digital age efficiently and sustainably.

Suggestions

1. Suggestion for Application of the CELER Model: The CELER Model is applied very well for 32 students by one instructor. By this, the instructors should adjust their teaching and learning activities to suit the learner's nature and the contents of the subject, to take care and give advice to learners throughout their schooling. At this point, the instructors should be friendly to the learners, open-minded to differences and the various opinions of the learners and avoid pressure in the classroom to create an atmosphere which supports learning and promotes change.

2. Suggestions for research: to conduct additional research, the CELER Model for primary and secondary education students should be further developed. This is to strengthen comprehensive humanization from childhood onward, to adapt themselves to a multicultural society and be ready for higher education in the digital society. In terms of evaluation, instructors should study methods of evaluation related to learners' ages. Rating scales and situational tests should be continuously developed during the implementation of the CELER Model. Such tests might reveal more differences rather than the evaluation of pre-test and post-test only.

References

- Amatyakul, K. (2013). *Neo-humanist*. Retrieved April 9, 2018, from <https://bit.ly/2KFwNcF>
- Cobo, C. (2013). Mechanisms to identify and study the demand for innovation skills in world-renowned organizations. *On the Horizon*, 21(2), 96-106.
- Department of Mental Health. (2018). *Mental health journal: Shocked! Bullying among children in Thailand is in the 2nd place in the world*. Retrieved October 30, 2017, from <https://www.dmh.go.th/newsdmh/view.asp?id=27488>
- Dixon, J., Belnap, C., Albrecht, C., & Lee, K. (2010). The importance of soft skills. *Corporate Finance Review*, 14(6), 35-38.
- Inta, M. (2019). Soft skills: The essential skills to be professionalism of the modern teachers. *Journal of Education*, 20(1), 153-167.
- Knowles, M. S. (1980). *The modern practice of adult education: From pedagogy to andragogy* (2nd ed). New York: Cambridge Books.
- Leelaswatanakij, L. (1999). *Monitoring trainees' performance on young children development based on neo-humanist to provide welfare for pre-school children* (Master thesis). Bangkok: Thammasat University.
- Mangkhang, C. (2017). *Ideology: Social studies curriculum for all* (3rd ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- National Science and Technology Development Agency (NSTDA). (2015). *Pedagogy and Andragogy*. Retrieved April 16, 2018, from <https://www.nstda.or.th/th/nstda-knowledge/2835-pedagogy-andragogy>
- Ninchaikowit, T., & Juntrasook, A. (2009). *Art in transformative learning: A manual of contemplation process*. Bangkok: Contemplative Education Center.
- Ninchaikowit, T. (2008). *Book of Academic Conference Articles of 2008 on contemplative education: Education for humanization*. Nakhon Pathom: Contemplative Education Center, Mahidol University.
- Panich, V. (2015). *Transformative learning*. Bangkok: S. R. Printing Mass Product.
- Phra Promkunaporn (P. A. Payutto). (2013). *Sustainable development* (13th ed.). Bangkok: Komol Keemthong Foundation.

- Robles, M. M. (2012). Executive perceptions of the top 10 soft skills needed in today's workplace. *Business Communications Quarterly*, 75(4), 453-465.
- Royal Thai Government Gazette. (2019). *Ministry of Education announcement on Thai Qualification Framework for Higher Education, Department of Education (four-year curriculum)* (Vol.136 Special 56D).
- Rukspollmuang, C. (2014). *Rights and freedom in education: Foundation of social education and law*. Bangkok: Winyuchon.
- Saksung, O. (2009). *Malcolm Knowles' theory of Andragogy*. Retrieved May 4, 2018, from https://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=9042&Key=news_research
- Sindhuprama, V. (n.d.). *Education management in accordance with political economy. A handout of 16th session of course 050104 Man and the Modern World*. Chiang Mai: Faculty of Humanities, Chiang Mai University.
- Sinlarat, P. (2012). *Basic educational philosophy*. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- The Earth Charter. (2000). *Values and principles to foster a sustainable future*. Retrieved May 21, 2019, from <http://earthcharter.org/discover/the-earth-charter>
- UNESCO. (2015). *Global Citizenship Education Topics and learning objective*. Paris: UNESCO.
- Wongkitrungruang, W., & Jittarerk, A. (2013). *Skills of new future: Education for the 21st century* (2nd ed.). Bangkok: Open worlds.

Research Article

THAI SCIENCE PRE-SERVICE TEACHERS' IMPLEMENTATIONS OF STEM THROUGH A PHENOMENOLOGICAL MULTIPLE CASE STUDY AFTER EXPERIENCING BLENDED PROFESSIONAL DEVELOPMENT PROGRAM

Received: June 9, 2020

Revised: July 19, 2020

Accepted: August 4, 2020

Siriwan Chatmaneerungcharoen^{1*}

¹Faculty of Education, Phuket Rajabhat University, Phuket 83000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: drsiriwankief@pkru.ac.th

Abstract

Integration of STEM disciplines offers students an experience to learn in real-world, multidisciplinary contexts. Teachers play the key role in STEM education and it is important to attract high achievers with relevant backgrounds. To produce a generation interested and skilled in STEM one of the key factors are teams of teachers who work together in an integrated approach, based on cross- curricular teaching and learning. Therefore, this study draws upon classroom implementation through a team who supports the student teachers' practice. Phenomenological multiple case study was used as the framework to understand 5 science teachers' first-time experiences in implementing integrated STEM curricular units in their elementary and middle school science classrooms. Classroom implementation data and teacher reflective interviews were used to illustrate different degrees of integrated STEM instruction to understand the teachers' challenges and successes with these varying approaches. The findings indicate that pre-service teachers have a strong understanding of STEM implementation after they were provided blended professional development and continual school coaching. The results of this study indicate that the knowledge they have acquired provides them with a broadened scope on how to teach STEM in schools now and what they need for future teaching of STEM. Pre-service teachers were challenged to make clear connections between science, engineering, and mathematics while simultaneously maintaining a motivating and engaging context for their students throughout their instruction. Therefore, educational researchers, policy makers, and STEM educators should focus to foster new teachers to reflect across content disciplines for the first time. Continual teacher support for the learning of STEM content and pedagogical practices for integration across content disciplines.

Keywords: STEM Education, Science, Phenomenological Multiple Case Study, Pre-service Teachers

Introduction

STEM Education is an educational approach that integrates knowledge from four fields: Science, Technology, Engineering, and Mathematics. The role these four subjects play at multiple levels of society and a country's economy revolve around mathematics, such as, accounting, economics, functions and logarithms, and calculus. The advanced study of chemistry and biology supports new trends in medical research, and environmental efforts like sustainable energy and nuclear power are also involved in these sciences. It is clear that STEM fields affect virtually every component of our everyday lives. These subjects build the high-achieving citizen who will provide new direction to our country. STEM is essential to our education system, as school districts across the country strive to build a stronger curriculum around these subjects. In Thailand, teaching STEM in primary and secondary education is a way that teachers help students become interested in STEM careers and build a nation's STEM-educated workforce that can be used to meet the demands of business and industry in a complex and technology-driven economy. The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST) responses to developing STEM Education programs for the national curriculum of Thailand (IPST, 2013). A training program has been initiated and designed to provide teachers with opportunities to enhance advanced knowledge and teaching practice for a STEM classroom (Organization for Economic Co-operation and Development, 2016). Education for the twenty-first century demands skills in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) to deal with challenging complex situations, and these STEM capabilities need to be developed from as early as primary school (National Research Council, 2014). Integrated approaches to teaching, learning, teacher preparation and development are the key aspects that need to be focused on to produce STEM teachers who are interested and skilled in STEM. According to Holmlund et al. (2018, p.12), a majority of the teachers and workers in STEM settings included "students" opportunities to develop twenty-first century skills" as a "salient" feature of STEM education. The students build these skills for constructing lifelong learning competences (OECD, 2018). It is important to attract high achievers and boost the rigor of STEM within pre-service teacher preparations and in-service teacher development. The proliferation model of STEM that existed and the associated lack of practical advice created general confusion about integrated STEM that requires classification, especially for teacher charged with implementing integrated STEM in classrooms (Bybee, 2010). The three largest hurdles preventing successful STEM integration are (1) a lack of curriculum materials, (2) the need for creating engaging experiences for students, and (3) the need for assessments in integrated STEM (Guzey et al., 2016; Moore et al., 2014; Roehrig et al., 2012). According to Moore et al. (2014), the role of the teacher in integrated STEM learning is to help students make abstractions and to decontextualize concepts for application in a variety of different real-world, authentic contexts. However, most teachers do not currently have the knowledge and/or equipment to bring integrated STEM to the classroom, finding the balance of developing problem-solving skills and teaching science content challenging (Dare et al., 2014). Therefore, it is necessary to discuss on how pre-service teachers' conduct their lessons which can be observed during a teacher internship program and how to enhance their knowledge that can influence their future instructional practices (Leung, 2018). Knowledge of teaching and learning is among the attributes of individual pre-service teachers that inform and influence the decisions they will make and behaviors they will exhibit as professional educators. One of the ways that we can provide support for the inclusion of integrated STEM Education

in classrooms is through systematic and high-quality professional development (Guzey et al., 2014, pp. 139-149; Roehrig et al., 2012, pp. 31-44).

Rajabhat University is preparing teachers for the changes to the diversity of new knowledge and technology. Professional development (PD) experiences can facilitate learning opportunities for teachers to acquire knowledge about new teaching practices or content (Estapa et al., 2016, pp. 85-104). Teacher PD programs typically seek to increase teachers' professional knowledge, challenge beliefs, improve classroom practices, and foster students. When considering how to design PD (professional development) experiences that will develop skilled and knowledgeable educators who use technology to create engaging and effective classroom environments, researchers have found mentors and a good learning team to be useful in understanding the processes at work. However, most teachers do not currently have the knowledge to bring integrated STEM Education to the classroom, finding the balance of developing problem-solving skills and teaching science content is proving to be challenging (Dare et al., 2014, pp. 47-61).

Therefore, it is necessary to understand pre-service teachers' knowledge and practices of integrated STEM instruction during their internship. The challenge of preparing pre-service teachers and in-service teachers in how the STEM knowledge influences the teaching practices when they become professional STEM teachers. This study presents pre-service teachers' implementations of integrated STEM Education with their first experience in classrooms. The discussion of enhancing knowledge that influences pre-service teachers' and in-service teachers' future instructional practices focuses on how they conduct their lessons which can be observed during a teacher internship program. This 1 year internship (Professional Development Program) was designed based on Blended learning approach which combines online platform and opportunities for interaction online with traditional face to face methods.

Research Objectives

This paper will pursue the research question empirically: What are the pre-service teachers' implementations of integrated STEM education after they experienced the blended professional development program? And how does the Professional Development Program look like?

Research Methodology

This study employs a phenomenological, interpretive multiple-case study designed to develop an understanding of the nature of integrated STEM. The phenomenological lens used in this case study enabled us to better understand what implementing integrated STEM is like for these teachers, focusing on their experiences (Creswell, 2013, pp. 15-16). This was done through an examination of primary and middle school science pre-service teachers' experiences with implementing integrated STEM curricular units in their classrooms. The observational data additionally provided context regarding individual classroom implementations. Post-implementation pre-service teacher reflective interviews provided detailed information from the teachers' perspective about challenges and successes they experienced during their implementation.

Context

The study is part of a 5-year teacher education. The curriculum involves working between university and the school partners from K-12 levels to promote K-12 STEM integration in Grade 4-8. The goal of the program is to increase student learning of science and mathematics by using an engineering design-based approach for integrated STEM instruction to guide professional development and curricular design.

The Blended Professional Development Program

The professional development program (PD) was designed based on TPACK model of knowledge and to use Continuing Professional Development (CPD) strategy. Punya Mishra and Matthew J. Koehler's 2006 TPACK framework, which focuses on technological knowledge (TK), pedagogical knowledge (PK), and content knowledge (CK) was used as a knowledge framework. The STEM integration PD was designed as described by Moore et al. (2014) was used to guide teachers' learning during an intensive 4-month professional development. The course involves the integration of STEM disciplines to (1) deepen student understanding of STEM disciplines, (2) broaden student understanding through exposure to socially and culturally relevant STEM contexts, and (3) increase interest in STEM disciplines. During the first year of the project, 24 preservice teachers from the department of general science participated in a 4-month professional development program that was not in the curriculum. After the intensive training program, they were provided with the continually professional development (PD) which was designed through the framework that is presented as Figure 1.



Figure 1 The School Professional Development Program Framework

The school PD included partnering with instructional coaches in teams to collaborate on the creation of STEM integration curriculum units designed to address state science and mathematics standards in grades 4–8 within the context of an engineering design challenge. This professional development was designed to engage teachers in learning and participating in various activities as part of an integrated STEM curriculum. These teachers were provided the knowledge and practices of engineering design and understanding of bringing STEM to their selected science area (life, earth, or physical science). The teachers then created their integrated STEM curricula. These curriculum units were

expected to include the six tenets of integrated STEM education (Moore et al., 2014, pp. 46-47) discussed in the professional development. Pre-service teachers were asked to include an engineering design challenge situated within a real-world, engaging context that addressed science content. The learning activities were created using active learning approach. After classroom practices, the teachers and their teams had reflective discussions for revising their lessons for their next class. Visual meeting was used as the discussion platform, such as Google classroom and ZOOM.

Research Participants

The twenty-four participants during the internship were primary and middle school science teachers. Of the 24 participants, 17 of these teachers taught 4th - 6th grade and 7 taught an advanced 7th grade course. There were 5 participants who were selected to work with the researcher continually for 1 year using criteria of willing to collaborative classroom practice in order to study how they implement their STEM lessons at the school.

Data Collection

Multiple data sources have been used during the research process. Interpretive case study, classroom observation, individual interview, STEM literacy questionnaire, STEM-based lesson plan, written reflection, and group discussion are preferred to assess all teachers' knowledge with their thinking, actions, and reasons in the specific context and setting. For the 5 purposive selected participants, each teacher was observed during their teaching an average of 6 times and 4 individual interviews along with the 1-year internship. The researcher observed, and video recorded the implementations of the STEM curriculum units in the 2019 school year as their classroom coach. In total, 30 observations were conducted. Curriculum units ranged in length from 3 to 7 days. The length of the class period was typically around 50 min, with the exception of teacher Piyawadee (Pseudonym), whose school used 45-minute class periods. Field notes were taken during each observation and used to provide a context for follow-up interviews. Additionally, a digital teaching log was completed each day to indicate the length of time spent on science, mathematics, and engineering. This log included options to indicate time as follows: None, Less than 10 min, 10–20 min, 20–30 min, 30–40 min, 40–50 min, and more than 50 min. After each teacher implemented their STEM curriculum unit, they were interviewed by a researcher (university supervisor) using a semi-structured interview protocol; this occurred, at most, a week after the last day of their curriculum unit implementation. This interview was structured to allow participants to reflect on their implementation, and since the researcher had previously observed the STEM unit implementation, the questions were somewhat personalized to their implementation. Interviews were generally 1 hour in length.

Data Analysis

The empirical data used in this paper comprised of the pre-service teachers' integrated STEM lesson plans, thus entailing a documentary analysis. Content analysis was used to understand how these teachers implemented their STEM units in their classrooms. This limited the scope of the analysis to only examine interview content that was uniquely related to STEM integration. Each transcript was read and openly coded individually by the first and second authors (Corbin & Strauss, 2008). After reading and coding each interview for the given theme, individual codes were discussed to check for places of agreement and disagreement between coders before moving on to reading the next transcript. Codes repeated across individual interviews that allowed us to determine initial themes within each case

before all transcripts were coded as presented in Table 1.

Table 1 Code and Theme

Code	Theme
S	Single Disciplinary (Science)
M	Single Disciplinary (Mathematics)
T	Single Disciplinary (Technology)
SM	Cross Disciplinary (Science and Mathematics)
SE	Cross Disciplinary (Science and Engineering)
ST	Cross Disciplinary (Science and Technology)
SME	Multiple Disciplinary (Science, Mathematics and Engineering)
STEM	Multiple Disciplinary (Science, Technology Engineering and Mathematics)

Once all transcripts in all three themes were coded as presented in Table 2, we used a constant-comparative method to examine and re-examine codes to collapse them into themes across all nine interviews (Corbin & Strauss, 2008). Once these themes were identified and refined, we further consulted the teaching logs and field notes to contextualize teachers' comments surrounding their classroom implementation.

Table 2 Frequency of instructional days with disciplinary integration

Theme	Synonym Name		S	M	T	SM	SE	ST	ME	SME	STEM	Single Disciplinary	Cross/Multiple Disciplinary
1	Kamon	T1	7	2	3	3	2	0	0	0	0	70.58%	29.42%
2	Napa	T2	4	0	0	6	3	3	1	1	0	22.22%	77.78%
	Piyawadee	T3	5	1	0	5	2	4	2	1	0	25.00%	75.00%
3	Sirod	T4	1	0	0	2	5	2	0	4	3	5.88%	94.12%
	Tekla	T5	1	1	0	2	4	5	2	3	2	10.00%	90.00%

Research Results

In the academic year of 2019, the blended professional development program was conducted through working with Collaborative Teamwork among science teachers, supervisors, mentors, students, research instructors and experts in the development of STEM activities. The team worked to design the lesson plans in the way of face to face and online. From the study it concluded that these 24 pre-service teachers had developed their knowledge and skills of STEM teaching. Based on data from semi-structured interviews, analysis of STEM lesson and reflective journal it was found that teachers had explained the engineering design as a process of solving problems or meeting various needs.

After analyzing the research data from 24 pre-service teachers as stated above, five pre-service teachers who were selected purposively identified three common themes across the three cases which serve to clarify the teachers' experiences in implementing integrated STEM: 1) the nature of integration; 2) choosing between science and engineering; and 3) student engagement and motivation. The nature of integration describes how teachers perceived their role in making connections between multiple disciplines, whether implicit or explicit. Choosing between science and

engineering highlights the struggle that teachers felt in balancing science content while also engaging students in an engineering design challenge. Student engagement and motivation describes how teachers viewed their student's interaction with the curriculum units they implemented. From 5 case studies of pre-service teachers' practicum, their classroom STEM actions were categorized into 3 patterns. Therefore, this result presents three themes which were generated from research data using cross case analysis as follow:

Theme 1: Full-scale STEM learning: Full-scale STEM learning management in a multilayered integration level started by a pre-service science teacher with her lesson plans that emphasize students to learn about the content and practical skills of science subjects, mathematics, technology and engineering with a theme that the science teacher works together with other STEM subjects. Example of lesson; the WAGON lesson was drawn upon multiple disciplines throughout the course of their implementation.

"The teachers of all four subjects can work together to use a WAGON as the main topic in managing science, mathematics and technology as shown in Figure 3. For example, in the technology subject, the teacher can start introducing materials and design, suggesting that it is a simple technology created by humans for facilitating or responding to the needs of transportation, while science teachers provide the concept of force and friction and mathematics teachers using number and measurement to teach students about shape and allow students to find the surface area and weight."

(Kamon's Interview and Reflective Journal)

The WAGON STEM activity can increase students' understanding of the science content and their ability to connect their understanding to the design challenge.

Theme 2: Multidisciplinary Instruction: two pre-service science teachers have organized learning management of STEM Education that focuses on students to learn about the content and practical skills of at least 2 subjects together by linking the relationship of all subjects for students to see the consonance in each one. In this kind of learning management, science teachers and another subject teacher (mathematics) work together by considering the content or learning indicators so that they can design learning activities. The science teachers required students to conduct experiments, for example, high and low tides. The science teachers challenged students with moon phase and coastal tide phenomena. They were then provided with different data sets of tidal phenomena in different areas by the mathematics teacher. The students learned the concept and skill of data visualization and pattern analysis from tidal phenomena graph before students started experimenting in science. Afterwards, when students' experimental and data collection was completed, graphs were created to interpret experimental results in mathematics again as the teachers stressed the importance of graphing to their students:

"Graphing is also obviously a scientific competency, so I liked my students to transform data into another pattern which was really easy for the students to understand. But some data was not so easy to graph and understand. So, Mathematics and Technology teachers had the responsibility to coach my students to use suitable program to do graphing."

(Napa's Interview and Reflective Journal)

Theme 3: Transdisciplinary Instruction: is that pre-service science teachers have to manage the teaching that helps students learn to connect knowledge and skills based on science, mathematics, technology and engineering relating to real life. The learning goal these teachers mentioned during their interview was.

“Teaching science should fill up a gap of what we teach in Science, and what Learners Learn. After we provide the students learning experience, they should apply such knowledge and skills to solve real problems in their community or society and that they are to create their own learning experiences.”

(Tekla’s Interview and Reflective Journal)

These two pre-service science teachers organized learning activities based on their interests or on students’ problems. The science teachers may define a framework or theme of a wide problem for students and reflect on. However, teachers must think of these 3 concerning factors as follows: 1) Questions that are of particular interest; 2) Indicators in various related subjects; 3) The original knowledge of students, problem management/project-based learning which is a learning management strategy (instructional strategies) with a similar approach to this integration. If considering the use of a Tsunami as the main topic in STEM study, science teachers can manage Transdisciplinary Instruction learning by starting to define the framework of problems related to Tsunami as a situation, for example, how does a Tsunami affect local people? And how do we plan for the next Tsunami? After the science teacher presented the problem to students, guidelines must be implemented for solving problems via using scientific concepts and skills, mathematics and technology through engineering design processes which demonstrates the development of knowledge.

Research Discussion

As the results are presented, the finding shed light on how pre-service teachers who do their practicum at elementary and middle school implement and experience an integrated STEM curriculum for the first time. The cases that are presented above in themes 1 to 3 represent both successes and challenges faced by these pre-service teachers. Across all three cases, teachers believed that their students not only learn about engineering but were engaged to real life decision making. All these changes of pre-service teaching are built through professional development that was developing along with the study. It consists of 3 stages: **Stage 1:** The Student Teachers' Preparation Cycle in science and skills management for science teachers which students have studied at the 4th year level; **Stage 2:** The Cooperating Teachers Cycle consists of 5 steps, namely Exploration, Preparation, Co-planning, Co-teaching, Self-reflection; and **Stage 3:** The Collaboration Cycle between cooperating teacher, pre-service teacher (student teacher) and supervisor through PD which is created based on the co-teaching model and the coaching system.

Findings also indicated that at the beginning these pre-service teachers and cooperative teachers value STEM education; they reported barriers such as pedagogical challenges, curriculum challenges, structural challenges, concerns about students, concerns about assessments, and lack of cooperative teachers support. From interview data presented the pre-service teachers felt supports that the blended professional development program fulfilled their barriers and improved their effort to implement STEM education including collaboration with peers, quality curriculum, district support, prior experiences, and effective professional development. Especially, when the science mentoring teachers and pre-service teachers joined the STEM Education development for a period of 1 year, this group of science teachers

changed clearly in terms of attitude towards teaching and learning in STEM Education. According to the teachers' interview it was found that having a support team working together with experts as both official and online consultants helped these science teachers have productive time to fully develop STEM Education activities. Based on the development of understanding about STEM Education, it was found that the science teachers have a good attitude towards learning about STEM Education management which leads to developing knowledge of understanding how to implement STEM Education into classrooms which present engineering design process clearly through their STEM activity. Furthermore, the study also provides the guideline of how to create integrated STEM learning activity which can foster the students to have scientific competency. The contribution of this study is presented in the following steps of how to conduct this integrated lesson into real context: 1) Identifying a challenge is a step away that a problem solver understands what the problem in daily life is. It is a way to understand the problems or challenges; to analyze conditions or limitations of problem situations in order to determine the extent of the problem which will lead to the creation of pieces of work or methods in solving problems; 2) Data gathering and related information search is a collection of information and theories in science, mathematics and technology related to the problem solving approach and assessing the feasibility, advantages and limitations; 3) Solution design is the application of relevant information and theories. The design of pieces of work or problem solving methods, taking into account the resources, limitations and conditions of the situation; 4) Planning and development are a step-by-step method for creating work pieces developed for problem solving methods; 5) Testing, evaluation and design improvement of solutions to problems or specimens is a test and evaluation of the performance of the workpiece or method by which the result may be used to improve and develop the most effective solution; and 6) Presentation of problems solving solutions is a procedure of solving problems for creating workpieces or developing methods for others to understand and can suggest further development. Especially in the aspect of beginning the lesson with a real world situation that is aligned with the literature, the participants saw the importance of a context to engage students with real-world situations and problems that are authentic to engineering and illustrate connections to the real world (Cunningham & Lachapelle, 2014, pp. 117-142; Moore et al., 2014, pp. 51-57).

One of the major challenges of STEM classroom practicum is how to balance between science and engineering design process. The 5 pre-service science teachers' learning units were intended to include a full execution of an engineering design process, only 3 pre-service teachers could complete the cycle of engineering design process. They included an explicit redesign and re-test phases. Balancing the roles of each part of STEM was challenging with respect of time (Dare et al., 2018). Reflective meetings of continual Professional Development is an important strategy to help these teachers plan to balance STEM activities and also to provide them ideas that make their students have time to process the information and to complete their assigned tasks effectively.

They design their STEM activity through creation of real world, meaningful context. Their STEM implementations maintain student's interest and a realistic storyline to keep students attentive.

Conclusion and Suggestion

Overall, the results indicate three distinct themes of integration within the sample that represent low, medium, and high degrees of STEM integration throughout curriculum implementations. Interviews with teachers from each case revealed three themes that varied across teachers' experiences: the nature of integration, choosing between science and engineering, and student engagement and motivation. Teachers in all five cases were challenged to make explicit connections between science, engineering, and mathematics while simultaneously maintaining a motivating and engaging context for their students throughout their instruction. Further, it appears that the degree of STEM integration that occurs in instruction may be related to teachers' ability to make explicit connections between the disciplines through continual support by a coaching team. This work provides a window of how STEM integration can be presented in the classroom which focuses on more than just the sequencing of engineering unit (Crotty et al., 2017; Guzey et al., 2016; Dare et al., 2018). This research study also has been summarized with factors contributed to the development of school science teaching in having the school learning goals, which the school leader should integrate the 21st century skill, as learning framework and integrated instruction (STEM education) as a teaching direction. Science teachers should be encouraged to participate in the design of STEM Educational learning management with real-life context. Analyze knowledge in science, mathematics, technology and engineering from problems or real situations in life by choosing appropriate activities or contexts to adapt to STEM thinking. Science teachers, who participate in professional development, will have the ability to develop different activities completely due to differences in creativity and experience of problem-based learning management and technology experience. Teachers' technological knowledge has been developed through the support process of continuous training of other teachers, administrators, teachers, mentors, experts with knowledge, sharing, reflections, ideas, exchange of experiences, group operations, showing results and reflecting opinions on teaching practices and accepting different abilities. The importance for PD experiences to go beyond teacher content knowledge and support teachers in strategies for enactment of an integrated approach (Anne & Kristina, 2017, pp. 1-16). Given an opportunity for the teachers to engage in the activity first as a learner, and then work to implement in the classroom provides a stronger foundation for enactment. The promotion of learning management with STEM Education theory for science teachers, results in science teachers' developing in knowledge, integrating teaching methods, technology (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) and affecting the teaching of STEM Education of teachers in the classroom. While this phenomenological work is composed of teacher reflections on their experiences with STEM implementation, further research should continue to explore how these reflections relate to their teaching pedagogy during this implementation. Quantitative observational measures throughout the entire curriculum unit should apply to construct a picture of each teachers' evolving pedagogy and instruction as they implement a STEM integrated unit for the first time. A further study is required to understand how these themes of STEM implementation relates to student learning outcomes. The findings here suggest that teachers who engage in larger amounts of integrated instruction value authentic learning context that makes clear connections between disciplines and reflecting key components of integrated STEM education (Moore et al., 2014, pp. 51-55; Kelly & Knowles, 2016, pp. 2-11). Information about the amount of time dedicated to science, engineering, and mathematics, assessing the quality of this instruction could benefit administrators and evaluators in helping them understand the needs of teachers who bring STEM to their classrooms. Until that time, this current study can act as a resource to

help future facilitators and leaders of professional development to understand the challenges teachers may face when bringing STEM to their classrooms. Including how to use technology (ZOOM, Google classroom, Webex) as a learning platform or in blended learning. As a result, the research can be summarized on the aspects that both pre-service and in-service teachers have developed in the areas of: meaning, definition, sources and the importance of STEM Education management; writing the purpose of STEM education study in relation to 3R -7C; design and planning of integrated science theory and concepts at different levels; design of science learning management that challenges students; stimulating the application of successful work applied in real world living; and full measurement and evaluation of STEM Education.

References

- Anne, T. E., & Kristina, M. T. (2017). Supporting integrated STEM in the elementary classroom: a professional development approach centered on an engineering design challenge. *International Journal of STEM Education*, 4(6), 1-16. DOI: 10.1186/s40594-017-0058-3
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM Education A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70, 30-35.
- Corbin, J. M., & Strauss, A. L. (2008). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks: SAGE.
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design Choosing among give approaches*. Thousand Oaks: SAGE.
- Crotty, E. A., Guzey, S. S., Roehrig, G. H., Glancy, A. W., Ring-Whalen, E. A., & Moore, T. J. (2017). Approaches to integrating engineering in STEM units and student achievement gains. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 7(2), 1–14.
- Cunningham, C. M., & Lachapelle, C. P. (2014). Designing engineering experiences to engage all students. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in pre-college settings: synthesizing research, policy, and practices* (pp. 117–142). Lafayette: Purdue University Press.
- Dare, E. A, Ellis, J. A., & Roehrig, G. H. (2014). Driven by beliefs: Understanding challenges physical science teachers face when integrating engineering and physics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 4(2), 47–61.
- Estapa, A, Pinnow, R. J., & Chval, K. B. (2016). Video as a professional development tool to support novice teachers as they learn to teach English language learners. *The New Educator*, 12(1), 85–104.
- Guzey, S. S., Tank, K. M., Wang, H. H., Roehrig, G., & Moore, T. J. (2014). A high-quality professional development for teachers of grades 3–6 for implementing engineering into classrooms. *School Science and Mathematics*, 114(3), 139–149. doi:10.1111/ssm.12061.
- Guzey, S. S., Moore, T. J., & Harwell, M. (2016). Building up STEM: An analysis of teacher-developed engineering design-based STEM integration curricular materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 6(1), 1–19.
- Holmlund, T., Lesseig, K., & Slavit, D. (2018). Making sense of “STEM education” in K-12. *International Journal of STEM Education*, 5(32), 12.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2013). STEM Education Thailand and STEM Ambassadors), *IPST Journal*, 42(185), 14-18.

- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 2–11.
- Leung, A. (2018). Exploring STEM pedagogy in the mathematics classroom: a tool-based experiment lesson on estimation. *International Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9924-9>.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teachers' knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Moore, T. J., Guzey, S. S., & Brown, A. (2014). Greenhouse design to increase habitable land: An engineering unit. *Science Scope*, 37(7), 51–57.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in precollege settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices*. Lafayette: Purdue University Press.
- National Research Council. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington: National Academies Press.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2016), *Education in Thailand: An OECD - UNESCO Perspective, Reviews of National Policies for Education*. Paris: OECD Publishing.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. Retrieved August 2, 2018, from [https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H., & Park, M. S. (2012). Is Adding the E Enough? Investigating the impact of K-12 engineering standard on the implementation of STEM Integration. *School Science and Mathematics*, 112(1), 31–44.

Research Article

NEEDS ASSESSMENT TO ENHANCE TEACHING PROFESSIONAL COMPETENCIES OF RAJABHAT UNIVERSITY' S PRESERVICE TEACHER STUDENTS IN PHYSICAL EDUCATION

Received: May 24, 2021

Revised: June 18, 2021

Accepted: June 22, 2021

Suthigron Kaewtong^{1*} Pimpa Moungsirithum² and Ittipat Suwathanpornkul³^{1,2,3}Srinakharinwirot University, Bangkok 10110, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: suthigron.k@nsru.ac.th

Abstract

The purposes of this research were 1) to study the actual and desirable competencies of Physical preservice teacher students, and 2) to study the necessary need in enhancing Physical preservice teacher students' competencies. The research method was a survey research and divided into three steps which including 1) determining the conceptual framework, 2) studying the actual and desirable competencies for enhancing the teaching competencies of Physical Education preservice teacher students, and 3) assessing the needs for preparing before practicing the teaching profession to enhance the competencies of Physical Education preservice teacher students. The sample was 136 of supervisor Physical Education teachers by using purposive sampling. Data were analyzed by Percentage, Mean, Standard Deviation and Priority Needs Index (modified).

The research results showed that: 1) the actual competencies of Physical Education preservice teacher students in overall was rating at Good ($\bar{x} = 3.65$, S.D. = 0.76) and desirable competencies of Physical Education preservice teacher students in overall was rating at Very Good ($\bar{x} = 4.59$, S.D. = 0.51), 2) the needs assessment for preparing before practicing the teacher profession to enhance the competencies of Physical Education preservice teacher students in overall of every topic were necessary with the needs between 0.13 – 0.37.

Keywords: Needs Assessment, Physical Education, Preservice Physical Education Teacher, Teaching Professional Competencies

Introduction

Education makes people in building society and nation. The Ministry of Education by office of the Education Council made the National Education Plan 2017-2036 to frame the goals and direction of the country and to focused on the Thai people abilities to access opportunities and educational equality which to create the effective learning process and develop people to be competent for work that corresponds with the needs of

the job market and the needs of the country and consistent with the Ministry of Education's Educational Development Plan No.12 B.E. 2017-2021 by defining the second strategy to produce teachers in accordance with the needs of all levels of educational management, including having faculty members and educational personnel who are competent according to professional standards to have full teaching potential (Office of Permanent Secretary, 2017, p. 53)

The aspiration of education as a mechanism for the country's human development which to be an important force in developing a nation's capacity to build self-reliance and the competition. Moreover, for the economics progress and stability in the world society on the basis of Thai education, it is vital to ensure that education is a vehicle for the nation's quality so that, the problem with teachers and teaching profession are something that they need to speed up the process of improvement. In addition, education can develop the quality of teachers according to their intentions, creating a new generation of professional and creative teachers. The Faculty of Education is where who would like to become teachers and develop teaching competencies with contents and learning processes and training that is effective in developing teachers to give them the skills and leadership which they need to lead the transition to a professional teacher.

The need for good and quality teachers must focused on the process of graduation with educational professions, and standard quality in producing teachers according to the needs of society and the perception of social reflection, and competence of Thai teachers should be in this day therefore that cannot be overlooked. Chaowatanakul (2010, p. 46) claimed that the teacher production process did not affect the teacher development to become researchers in terms of knowledge, attitudes, skills, and learning support sources. This results in a lack of knowledge and techniques in managing a variety of teaching and learning. However, from the above reflection, agencies involved in the production of educational professional graduates must be aware of standards and production processes to enable future teachers to have desirable and quality competencies.

At present, institutions were producing educational personnel both public and private sectors, must comply with the Teachers Council of Thailand regulations on the teaching profession. Teacher professionals must have qualifications at least a bachelor's degree in education or equivalent or have other qualifications recognized by the Teachers Council of Thailand with the following standards of knowledge and professional experience: 1) a change in the world's social context and the concept of sufficiency economy philosophy, 2) developmental psychology, educational psychology and counseling in analysis and development of students' potential, 3) course content, teaching science, and digital technology in learning management, 4) learning measurement and evaluation and research for problem solving and student development, 5) using Thai, English for communication and using digital technology for education, and 6) designs and procedures for educational quality assurance.

The development of the new generation of teachers' quality, the past of Thailand's education has suffered many problems, one important problem was the problem of teachers and educational personnel which has been problematic since the production, development and maintenance of the teaching profession standard. Moreover, problems with the production process, Phajjit et al. (2019, p. 34) said that the conditions and problems of students during the vocational training There are 6 issues that are most commonly encountered, namely 1) the aspect of creating a learning management plan, 2) the aspect of learning management, 3) the aspect of the classroom

management, 4) the selection or creation of learning media, 5) the measurement aspect and evaluating students' learning outcomes, and 6) conducting research in the classroom.

For practicing the student teacher's professional experience of the Bachelor of Education program in Physical Education of Rajabhat University. A survey was conducted on the conditions and problems of the students in the past. There were seven issues among students in teaching professional experience which found most interest: 1) school curriculum, 2) learning management, 3) educational measurement and evaluation, 4) classroom management, 5) creating of innovation and action research, 6) implementation of educational technology, and 7) the desirable characteristic which related to the Faculty of Education, Srinakharinwirot University (2011) who claimed that the states and problems of students during teaching practicum revealed 6 issues: 1) the preparation of learning plans, 2) learning management methods, 3) classroom management, 4) selection or creation of instructional media, 5) measurement and evaluation of student learning outcomes, and 6) conducting classroom research.

From the problem issues which raised from teaching practicum, the process of finding a way to solve the problem from training preservice teacher students in teaching practicum is necessary and urgent issue which have many ways to solve these problems. Since reappraisal of the course in various components has been a matter content and learning experience on subject learning and evaluation. It may take time to resolve problems and can develop student's potential before starting a teacher's career. Researchers were involved in the development of Physical preservice teacher students pointed out that an assessment of needs was necessary to investigate the problem because of the difference between the current status and the status which should be. Therefore, an important basis for planning and defining the development guidelines in accordance with current conditions and needs, and this led to why researchers are interested in evaluating the need to prepare for a teaching practicum of Physical preservice teacher students which will enhance Physical preservice teacher students teaching competencies.

Research Objectives

1. To study the actual and desirable competencies of Physical preservice teacher students
2. To study the necessary need in enhancing Physical preservice teacher students' competencies

Research Methodology

Population in this research were lecturer with experience in Physical preservice teacher students' supervision in Rajabhat University where launch the Bachelor of Education in Physical Education in total of 32 institutions with 216 lecturers.

Sample were lecturer with experience in Physical preservice teacher students' supervision in Rajabhat University where launch the Bachelor of Education in Physical Education in total of 32 institutions which random by institution and approximate sample group size using sample group by Krejcie's & Morgan's at 95% confidence, including 136 people.

Research Conduction Processes

1. The study of documents and research related to the students' competency in teaching professional experience in order to collect basic information for using in content analysis, synthesis and defining the competency framework of students in the Bachelor of Education Program in Physical Education.

2. Organize content issues to develop research tools which consists of a competency opinion required to practice professional experience. The questionnaire consisted of 3 parts as follows:

Part 1 Questionnaire on personal information of respondents which is a check list survey by asking for information about gender, status, educational level academic position and length of working experience.

part 2 Questionnaire on the competency of physical education preservice teachers students using rating scale of 5 levels: highest, high, fair, small, smallest, which consists of all 7 competencies: 1) school curriculum, 2) learning management, 3) educational measurement and evaluation, 4) classroom management, 5) creating of innovation and action research, 6) implementation of educational technology, and 7) the desirable characteristics.

Part 3 Other Comments and Suggestions

3. The questionnaire created for 5 experts to check the structure and content. The criteria for consideration were Consistent (+1), Not Sure (0), and Inconsistent (-1). The consistency (IOC) is in the range of 0.60 – 1.00 then be revised according to the recommendations.

4. The questionnaire was used to experiment with 30 people who were involved in teaching professional experience who were not the sample group and to determine the Reliability, using Cronbach's Alpha Coefficient with the reliability is 0.96 was implemented.

5. Bring the results of the data analysis to improve and correct for further data collection.

6. Contact to request a letter from the Graduate School for cooperation in collecting data.

7. The researcher collected data from the sample group by using the questionnaire to collect data with supervisors of teaching professional experience of Physical Education at Rajabhat University.

8. The data obtained from the questionnaire were analyzed by using statistical methods.

Data Analysis

Researchers divided the analysis into 2 steps as follow;

Step 1: Preliminary information on the respondents to describe the background information with a basic statistic which were frequency and percentage.

Step 2: An analysis of the needs assessment to enhance teaching professional competencies. The researcher analyzes by using Mean, Standard Deviation. The assessment of needs of Physical preservice teacher students by analysis the difference between the actual and the expected competencies and ordering by mean difference score which using the Modified Priority Index (PNI modified) by Wongwanich (2007) method as a method for determining the potential difference (Importance: I) with the actual performance (Degree of Success: D) and divide by the actual state. The calculation formula is $PNI\ modified = (I - D) / D$ and the order of magnitude. Necessary according to PNI modified. The evaluation criteria for PNI modified value of 0.28 or more are considered as urgent need. The prioritization section of the necessary requirements, use a descending index sort.

Research Findings

The research of needs assessment to enhance teaching professional competencies of Rajabhat University's Preservice teacher students in Physical Education shows that;

Table 1 Summarizes the results of the study of needs for enhancing the competency of Bachelor of Education in Physical Education of Rajabhat University

Assessment List	Expected Condition			Real Condition			Need	
	(I)			(D)			PNI _{modified}	
	$\bar{x}$	S.D.	Level	$\bar{x}$	S.D.	Level	(I-D)/D	No.
1. School curriculum	4.29	0.60	Most	3.36	0.89	High	0.27	4
2. Learning management	4.66	0.48	Most	3.69	0.72	High	0.26	5
3. Measurement and evaluation	4.65	0.48	Most	3.59	0.75	High	0.29	2
4. Classroom management	4.65	0.52	Most	3.83	0.69	High	0.21	6
5. Creating the innovation and action research	4.41	0.62	High	3.22	0.81	High	0.37	1
6. Educational technology	4.60	0.53	Most	3.58	0.78	High	0.28	3
7. The desirable characteristics	4.82	0.37	Most	4.26	0.64	Most	0.13	7
Total	4.59	0.51	Most	3.65	0.76	High		

1. Based on the preliminary data of the questionnaire, it appears mostly Male rather than Female by 116 of Males (85.29%) and 20 Female (14.71%). The level of education of the sample group shows that mostly have Master's degrees (90 people, 66.18%) and Doctorate degrees (46 people, 33.82%) which found that the position of the Lecturer was the most 99 people, Assistant Professor 36 people and Associate Professor at 1 person and the duration of the operation was more than 10 years in 67 peoples (49.26%) working between 5 to 10 years is 61 people (44.85%) and working for less than 5 years is 8 people (5.88%).

2. The need for enhancing competencies of students and teachers in Physical Education found as follow,

2.1 The actual competencies in enhancing the competencies of teachers in all aspects of Physical Education were at a Good level ($\bar{x} = 3.65$, S.D. = 0.76), found that the highest 3 competencies were the desirable characteristics at Good level ($\bar{x} = 4.26$, S.D. = 0.64), followed by the learning management at Good level ($\bar{x} = 3.83$, S.D. = 0.69) and lastly, Educational Technology implementation at Good level ($\bar{x} = 3.69$, S.D. = 0.72), respectively.

2.2 Expected competencies in enhancing the competencies of students Physical Education preservice teacher students found that in overall, all aspects were at a Very Good level ($\bar{x} = 4.82$, S.D. = 0.37), and found that the top 3 Mean values where the desirable characteristics was Very Good ($\bar{x} = 4.81$, S.D. = 0.40), followed by learning management at Very Good level ($\bar{x} = 4.66$, S.D. = 0.48). The measurement and evaluation had a Very Good level ($\bar{x} = 4.66$, S.D. = 0.48), and classroom management was a very Good level ($\bar{x} = 4.65$, S.D. = 0.52) respectively.

2.3 Evaluation of the need for preparing teaching experience professional to enhance competencies of students in physical education of Rajabhat University In general, all aspects have necessary important value (PNI_{modified}) was between 0.13– 0.37, in descending order of the first 3 items, which were the areas with the highest

$PNI_{modified}$ value and the importance of enhancing students competencies of Physical Education preservice teachers. The first is classroom management in creating the innovation and action research ($PNI_{modified} = 0.37$), followed by measurement and evaluation of education ($PNI_{modified} = 0.29$), the use of educational technology ($PNI_{modified} = 0.28$) and school curriculum ($PNI_{modified} = 0.27$), respectively, while the lowest $PNI_{modified}$ was desirable characteristics ($PNI_{modified} = 0.13$) with details as following Table.

Discussions

1. Preliminary data of the respondents found that most of male higher than female. participants in this study were lecturer and supervise in the Department of Physical Education at Rajabhat University and have experience in Physical Education teacher training found that the most have master's degree qualifications (90 people, 66.18 %) and have Doctoral degree qualifications (46 people, 33.82 %). Academic positions found that the most were 99 lecturers, followed by the Assistant Professor, (36 people), and Associate Professor (1 person), and working experience found that 67 people worked more than 10 years (49.26%), and follow by 61 people worked between 5 - 10 years (44.85 %), and worked for less than 5 years was 8 people (5.9 %), which included the level of experience in the Physical Education teacher profession of the respondents showed that the informant in the study of needs to enhance the competency of students which related to Sanrattana (2011, p. 12) who described that the need assessment is important to develop the curriculum and instruction which were the process that have to plan the curriculum to develop learners' high competencies.

2. Needs to enhance students' competencies found that the actual competencies in enhancing the competencies of all Physical Education preservice teacher students in all aspects were at Good and found that the highest 3 competencies were the desirable characteristics at Good level, followed by the learning management at Good level and lastly, Educational Technology implementation at Good level, respectively. The expected competencies in enhancing the competencies of students Physical Education preservice teacher students found that in overall, all aspects were at a Very Good level, and found that the top 3 Mean values where the desirable characteristics was Very Good, followed by learning management at Very Good level. The measurement and evaluation had a Very Good level, and classroom management was a very Good level, respectively. According to research findings, there is a difference between actual performance and expected performance, then prioritize by choosing the most necessarily needs to study. The aim of needs assessment is an informed study to complement the implementation planning to inform decisions about remedial action, development of budget allocation, and the preparation of corporate action plans Wongwanich (2010, p. 23)

3. Evaluation of the need for preparing teaching experience professional to enhance competencies of students in physical education of Rajabhat University In general, all aspects have necessary important value ($PNI_{modified}$) was between 0.13 – 0.37, in descending order of the first 3 items, which were the areas with the highest $PNI_{modified}$ value and the importance of enhancing students' competencies of Physical Education preservice teachers. The first is Creating of Innovation and Action Research ($PNI_{modified} = 0.37$), followed by Educational Measurement and Evaluation ($PNI_{modified} = 0.29$), Implementation of Educational Technology ($PNI_{modified} = 0.28$) This supported by the study of Wongwanich (2007, p. 35) who said that the primary goal of classroom research is for teachers to find

solutions to solve problems that arise in the development of learners' learning, where research conducts concurrently with teaching and learning which similar to Baumgartner and Jackson (1999, pp. 321–346) who said that measurement and evaluation will help group learners to suit the teaching, practicing, learning about practicing which group learners will arrange the similar characteristics together the correction of defects can also be done correctly, and related to Paopanao (2011, p. 148) who resulted that competence in information technology and communication skills for learning is necessary to teaching professional development at the greatest level. Office of the National Education Commission (2010) Article 30 which states that “*educational institutions should develop the effective teaching and learning processes as well as encouraging teachers to do research to develop appropriate learning for learners in each educational level*”. Therefore, teachers have to do research, especially action or classroom research in Physical Education (CAR-PE) to recognize students, and promote, and develop students' learning according to the standards and indicators of each curriculum level which will be the benefits to students' learning include teaching and teacher work advancement.

Research Suggestions

From the need assessment of pre-teaching professional experience in order to enhance the competencies of Physical Education teacher students, it was found that the reason for the need is that students should develop the necessary competencies in Creating of Innovation and Action Research urgently followed by Physical Educations' Educational Measurement and Evaluation, and Implementation of Educational Technology. Institutions where producing teachers or those organizations involved in the production and development of Physical Education teacher students should be developed in such areas above first. The development guidelines should provide a training course for Physical Education teacher students with an emphasis on knowledge and skills for Physical Education teacher students to practice in action.

Results of this research is a conceptual framework for research and development of training courses for developing capacities in teaching professional teacher experience of Physical Education preservice teacher students in the Bachelor of Education program of Department of Physical Education in Rajabhat Universities.

References

- Baumgartner, T. A., & Jackson, A. S. (1999). *Measurement for evaluation in physical education and exercise sciences* (6th ed). Boston, MA: McGraw-Hill.
- Chaowatthanakun, K. (2010). *The development of a mentoring model for enhancing competency in teaching and conducting classroom action research for pre-service mathematics teachers* (Doctoral dissertation). Bangkok: Silpakorn University.
- Office of the National Education Commission. (2010). *The National Education Act B.E. 2553 and Amendments Second National Education Act B.E. 2553*. Bangkok: Thailand.
- Office of the Permanent Secretary. (2016). *The 12th MOE's education development plan (2017-2021)*. Bangkok: Ministry of Education.

- Paophanao, S. (2011). *The study of information technology and communication competencies for learning of undergraduate students in Rajamangala University of technology Rattanakosin Wangkrakangwon Campus* (Master thesis). Bangkok: Silpakorn University.
- Phajjit, P., Tingsabhat, S., & Wattanaburanon, A. (2019). A needs assessment in professional teacher preparation to enhance competencies of physical education teacher students Rajabhat University. *Journal of Phetchaburi Rajabhat University*, 9(3), 30-36.
- Sanrattana, U. (2011). Need assessment for curriculum and instruction development. *Journal of Education Khon Kaen University*, 34(1-2), 9-20.
- Srinakharinwirot University. (2011). *Seminar document on Teaching Practice during Study (Teacher Students of Bachelor of Education (B.Ed. 5 years)*. Bangkok: Faculty of Education Srinakharinwirot University.
- Wongwanich, S. (2007). *Needs evaluation research* (2nd ed.). Bangkok: Chulalongkorn Publisher.
- Wongwanich, S. (2010). *Classroom action research*. Bangkok: Chulalongkorn Publisher.

Research Article

**GRIT AS FACTOR IN IMPROVING STUDENTS' READING COMPREHENSION
IN FILIPINO: A CORRELATIONAL STUDY**

Received: March 29, 2021**Revised:** May 27, 2021**Accepted:** June 4, 2021

William S. Augusto Jr.^{1*}¹Cebu Normal University, Philippines

*Corresponding Author, E-mail: augustow@cnu.edu.ph

Abstract

This study aimed to evaluate and determine the level and correlation of reading comprehension and grit of grade 4 to 6 students of Cebu Normal University-Integrated Laboratory School. This study was participated by 133 students who were chosen using complete enumeration sampling. Data on this study were analyzed descriptively and quantitatively using Pearson correlation tool. Results revealed that 43% of grade 4 to 6 students has unsatisfactory level of reading comprehension performance in Filipino which implies that they need to have intervention for improvement. In addition, reading comprehension of the students was greatly affected by the unfamiliarity of the language. On the other hand, 52% of these students have moderate level of grit and it has been influenced by their characteristic, attitude and culture. Moreover, it was also shown that grit had been positively significant in increasing the level of comprehension performance with the correlation value of 0.002698. Thus, it is recommended by this paper to have more studies on ways of improving level of comprehension and grit. In addition, integrative and holistic teaching are also recommended to focus not only the intellectual aspect of the students but also the behavioral aspects. Moreover, students are encouraged to read more reading materials written in Filipino language for them to be exposed in the said language. On the other hand, teachers must also seek help from the school registered guidance counselor to monitor the behavior of the students.

Keywords: Academic Performance, Correlational Study, Filipino Language, Grit, Reading Comprehension**Introduction**

Achievement is often measured through academic, standardized outcome-based tests, but this practice ignores a large part of the equation. Both cognitive and non-cognitive measures of student growth should be included to ensure effective instruction that can yield positive student reading achievement (Duckworth, 2009). For instance, grit plays a very important role in student's ability to pursue challenging goals with perseverance and passion dictates the quality and quantity of a student's academic involvement and can positively affect his or her academic performance.

Duckworth et al. (2007) highlighted that grit and perseverance were key notions for success. Perseverance has always existed as one of the main factors to attain academic achievement when combined with incentive which prompts people to fulfill their objectives in the face of despair and enables people to seize the biggest satisfactions of life (Singh, 2011). Grit has been weighed as consenting students to succeed in learning eagerly and exerting effort to this end. It was recognized that success would be obtained as a result of the above-mentioned factors and this was also established in implementations (Carroll, 1963). Grit is as important as intelligence in terms of academic achievement (Duckworth et al., 2007).

Understanding grit enables language teachers to understand why some language learners might be more successful than others providing a pattern for success and failure. It is the gritty language learners that “tend to display higher levels persistence upon encountering setbacks, and this leads to success” (Duckworth & Gross, 2014, p. 322). Having grit helps students to strive hard to comprehend and understand texts they are reading.

In other words, the language-learning ability requires focus, hard work, and persistence. Hence, it is particularly language teachers who should take the implications of grit research into consideration for more fruitful language teaching and learning processes. Understanding the vital role that grit has in overall success and the factors that connect grit to language learning should be of great interest and value to all language teachers. In summary, language teachers should consider how to foster grit in learners in order to be able to have more successful language learners (Keegan, 2017). It just simply means that in order for the students to increase their school achievements, they must also improve their ability to comprehend language.

Reading comprehension is very important in building a foundation of knowledge of every individual. The ability to comprehend written and spoken languages as well as to communicate ideas and concepts are vital in one's growth and progress. Access to knowledge in the various disciplines is made possible through comprehension and communication and through the mastery of the several study skills, habits and attitudes, one can cultivate the eagerness necessary in the frequent persistence of knowledge (Shippen et al., 2010).

In Asian countries, China is on top followed by Singapore in terms of reading comprehension performance. On the other hand, Philippines is the lowest among Asian countries in reading comprehension according to the 2018 result of Programme for International Student Assessment (PISA) of the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD).

The problem of reading comprehension in the Philippines as shown in the PISA 2018 result is not anymore new. In 2007, the Department of Education reported that 70% of the students have lower reading skills in relation to their grade level. Moreover, according to the article of Philippine Star (2011), Filipino doesn't have enough reading skills and motivation. Moreover, it was also mentioned in the study of Cabardo (2015), the low performance of students in National Achievement Test was an indication of low reading comprehension skills of elementary and secondary students in the country.

The researcher himself have experienced and observed reading comprehension problems of his students. Students have low performance in the quizzes in Filipino subject due to student's difficulty in comprehending the medium (Filipino language) used in the said subject. Other factors might also hinder their performance in the subject like culture, grit and other external factors.

Research conducted in the past demonstrated the need of a certain degree of grit and perseverance for improving reading comprehension performance or degree (Rogers et al., 2004). The grit which is exhibited through perseverance showed by students appear as the most effective non-cognitive factors in school success despite socio-economic conditions, family culture and pressure exerted on the students by the school and teachers (Pascarella & Terenzini, 1980).

Personality traits, as one of the self-factors, are among vital psychological factors which affect second or foreign language acquisition and understanding (Cook, 2001). The most successful students with high academic success have a set of characteristics which other students, including those with high IQs, do not possess. Grit, among these behavior traits, has recently attracted the attention of many educators and institutions, such as the U.S. Department of Education (2013). Grit is considered to be one of the vital traits a learner should possess in order to be successful in the 21st Century (U.S. Department of Education 2013; Changlek & Palanukulwong, 2015). Therefore, understanding the role of grit in overall success and the factors that relate grit to language learning and comprehension should be on the research agenda of language teachers (Keegan, 2017). Grit is critical for all individuals, regardless of their levels, ages, abilities, and it has a value in all educational contexts, including Filipino as a second or foreign language since becoming proficient in the target language is closely related to setting long-term goals, so language learners should be informed that achieving language proficiency is a demanding goal that may take years to achieve. In contrast, being a talented and gifted language learner is not solely a probable predictor of success (Keegan, 2017).

Therefore, this study aimed to evaluate and determine the level and correlation of reading comprehension in Filipino and grit of Grade 4 to 6 students of Cebu Normal University-Integrated Laboratory School.

Theoretical and Conceptual Framework

This study is anchored in Ling's Whole Language Theory (2012) and Ivancevich et al. (2011) ERG (Existence, Resistance and growth) theory. The whole language theory believes that reading instruction is more effective if it emphasizes the whole word or entire text and it considers students as center in the teaching-learning process. In addition, this theory helps the teacher in resolving the problem of their students in terms of learning the grammar, proper pronunciation of words and improving the level of understanding of the students. The specific pattern of learning is anchored on understanding the written text and combining the different elements of language and reading. Reader must see language elements as a whole. Meanwhile, Ivancevich et al. (2011) ERG (Existence, Resistance and growth) theory focuses on the self-regulatory skills of students that include grit and perseverance of students in dealing with difficulties in school and at home. This theory is anchored on analyzing the intrinsic factors that motivates someone to do something. It believes that understanding individuals characteristic is important in improving their performance in the environment they belong.

In this study, student's level of comprehension and grit are measured in the environment where they are learning and interacting with their classmates. Aside from it, the relationship of the mentioned variables is also measured as seen in the diagram below.

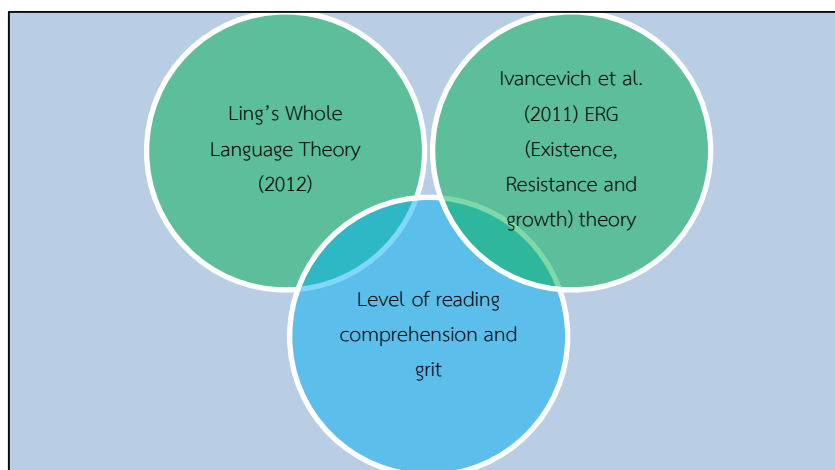


Figure 1 Theoretical and Conceptual Framework

Research Objectives

This study aimed to evaluate and determine the level and correlation of reading comprehension in Filipino and grit of Grade 4 to 6 students of Cebu Normal University-Integrated Laboratory School (CNU-ILS). The specific objectives of this study are:

1. To determine the level of reading comprehension in Filipino Language of the students.
2. To determine the level of grit of students.
3. To determine the correlation between the level of reading comprehension and grit of students.

This hypothesis was tested in the study. HO There is no significant correlation between the levels of reading comprehension in Filipino and the level of grit of CNU-ILS students.

Research Methodology

Research design

This study utilized the descriptive-analytic and quantitative method to determine the level and relationship of comprehension and grit of students. Formal ethics approval for this study was obtained from the Cebu Normal University Research Ethics Committee (REC) where the research was conducted.

Respondents of the study

This study was participated by 133 (36 from grade 4, 50 from grade 5 and 47 from grade 6) students of Cebu Normal University-Integrated Laboratory School (CNU-ILS). Complete enumeration was the sampling method used in this study.

The participants of the study were chosen based on the following inclusive criteria: a) students who use Filipino language and other languages; b) grade 4 to grade 6 students because this stage is considered to be the foundation stage of learning where an individual can start think abstract ideas (Center for Development of Human Services, 2002); c) no medical condition; d) willing to participate in the study.

Instrumentation

The instrument used in this study were adapted from different researchers. Thus, these instruments are already tested and validated.

In measuring the reading comprehension of the students, Philippine – Informal Reading Inventory Group Screening Test (Phil-IRI-GST, 2018) of Department of Education was used in this study. The Phil-IRI is an informal reading inventory consisted of graded passages intended to determine the individual student's performance in reading comprehension. This kind of assessment aims to find the student's reading comprehension performance. The data from these measures could be used to design or adjust classroom, small group or individualized instruction to fit the students' needs and abilities. The Phil-IRI is not the sole assessment tool that provides the holistic reading performance of the students; it only provides an approximation of the students' abilities and could be used in combination with other reliable tools of assessment. The data shall also serve as one of the bases in planning, designing/redesigning the reading programs or activities in the school to improve the overall school reading performance. On the other hand, the level of grit of students was measured using Duckworth Short Grit Scale of Duckworth and Quinn (2009). This instrument Grit Scale measures trait-level perseverance and passion for long-term goals. The Short Grit Scale (Grit-S) retains the 2-factor structure of the original Grit Scale (Duckworth et al., 2007) with 4 fewer items and improved psychometric properties.

Data gathering procedure

Before the data gathering started, the researcher obtained Approval Certificate from the Cebu Normal University Research Ethics Committee (REC) where the research was conducted. Letter of permission to conduct the study was also given to the supervisor and dean of the mentioned institution. Then, consent and assent letters were distributed to the students and their parents. After obtaining all the permits, the researcher already conducted the reading comprehension test using the Philippine – Informal Reading Inventory Group Screening Test (Phil-IRI-GST, 2018) and grit survey using Duckworth Short Grit Scale during the convenient time of the students. Students were guided in answering the Duckworth Short Grit Scale. Students were also interviewed after answering all the instruments. Analysis of data was done after the giving of test to the students.

Data analysis

In determining the level of reading comprehension of students in Filipino, the following guide were used based on the PHI-IRI 2018 manual: a) scores more than 70% (14 and above) (satisfactory performance), b) scores less than 70% (unsatisfactory performance). Those who got scores more than 70% (14 below) will no longer undergo extra assessment. On the other hand, students who got scores less than 70% are obliged to have different reading intervention program. If the child's raw score in the group screening test is 0-7, he/she must be given a passage that is 3 grade levels below his current level. In addition, if the child's raw score in the group screening test is 8-13, he/she must be given a passage that is 2 grades below his/her current level.

In interpreting the Duckworth Short Grit Scale, the following guide are used: a) For questions 2, 4, 7 and 8 assign the following points: 5 = Very much like me, 4 = Mostly like me, 3 = Somewhat like me, 2 = Not much like me, and 1 = Not like me at all; b) For questions 1, 3, 5 and 6 assign the following points: 1 = Very much like me, 2 = Mostly like me, 3 = Somewhat like me, 4 = Not much like me, and 5 = Not like me at all. After tallying all

the scores, average of overall scores to all items of each student was computed (in an average range between 1 and 5) and evaluated based on following interpretation guide of Duckworth and Quinn (2009): 1) 4.50 - 5.00 – very high or extremely gritty, 2) 3.50 - 4.49 – high, 3) 2.50 - 3.49 – moderate/average, 4) 1.50-2.49 – low, 5) 1-1.49 – very low or not at all gritty.

In determining the relationship between the level of reading comprehension and level of grit of students, Pearson correlation tool was used in the study. This is a tool that determines the relationship of two variables. Pearson's correlation coefficient is the test statistics that measures the statistical bond, or association, between two continuous variables. It is known as the best method of measuring the association between variables of interest because it is based on the method of covariance. It provides data about the degree of the association, or correlation, as well as the path of the relationship (Schober et al., 2018).

Results and Discussion

This part presents and discusses the findings of the study which include the following: level of reading comprehension, level of grit and correlation of reading comprehension and grit.

Level of Reading Comprehension in Filipino

Table 1. Performance of students in Reading Comprehension Test in Filipino

Grade Level	No. of Respondents	PERFORMANCE	
		Unsatisfactory	Satisfactory
4	36	10	26
5	50	12	38
6	47	35	12
Total	133	57 (43%)	76 (57%)

LEGEND:

Total Score: 20/20  Unsatisfactory = Score <14 o 70%

 Satisfactory = Score ≥14 o 70%

Reading comprehension is one of the factors that affects the academic performance of the students. In this part, the level of comprehension in Filipino of the student was measured using the PHI-IRI GST (2018) and the summary of the result can be shown in Table 1. It has been found out that 76 or 57% of the students performed satisfactorily. On the other hand, 57 or 43% of the students unsatisfactorily performed in the given evaluation. It only showed that 43% of the population needed to have additional reading intervention since they got scores below the standard or passing mark. Aside from this, it has been observed that most of the students who performed unsatisfactorily were coming from the grade 6 section. It implies that level of difficulty of the reading texts increases as the grade level also increases.

In the interview conducted, most of the grade 6 students found the test difficult because of the language barrier. Most of these students are using English as their main language in communicating. Filipino is just their second language. Thus, Familiarity of words hampered them in understanding the reading selection properly. It implies that

there are language skills that they must develop for the improvement of their comprehension in Filipino. Aside from it, the researcher himself have directly witnessed the struggles of these students in comprehending the texts written in Filipino and these can be observed to their class standing or performance. Other teachers also observed the same dilemma.

According to the article of Philippine Star (2010), the content, vocabulary and concept of every subject increases its difficulty as the grade level increases in the Philippine Educational System. Therefore, student's comprehension skill must improve and develop from time to time. This is also the observation of Dewitz and Dewitz (2003) wherein they said that comprehension of students is affected by the kinds of text, way of reading, level of difficulty of the text and the prior knowledge of an individual. Bolton (2007) added that prior knowledge helps in effective comprehension.

Alber-Morgan et al. (2007) theorizes that students who have difficulty in comprehending the text and those who have problem in identifying words, comprehension and motivation usually avoid reading. Moreover, Vaughn and Linan-Thompson (2004) said that inability to recognize words is a problem in reading comprehension.

According to Tupe and Padilla (2011), students have three obstacles in understanding the language namely: a) multilingualism; b) complexity of reading process; c) differences of every individual's level of reading skill.

It is important that the problem in reading comprehension must be resolved because this is one of the foundations of learning. Tupe and Padilla (2011) formulated that comprehension is an important aspect of an elementary students to develop for it builds a strong foundation before their secondary level.

Level of Grit

Table 2. Level of Grit of students

Grade Level	No. of respondents	INTERPRETATION				
		Very Low	Low	Moderate	High	Very High
4	36	0	3	24	6	3
5	50	0	6	26	17	1
6	47	0	11	19	17	0
Total	133	0	20 (15%)	69 (52%)	40 (30%)	4 (3%)

LEGEND:

Overall Average: 5/5

♦ Very High = 4.50-5.00 ♦ High = 3.50-4.49 ♦ Moderate = 2.50-3.49

♦ Very Low = 1.00-1.49 ♦ Low = 1.50-2.49

Grit is a student's ability to pursue challenging goals with perseverance and passion dictates the quality and quantity of a student's academic involvement and can positively affect his or her academic performance.

Findings show that most of the CNU-ILS students have moderate level of grit. This is indicated by the 69 students or 52% of the population as shown in Table 2. It implies that most of the students in CNU-ILS have average level of effort and perseverance in achieving their long-term goal in life and this level of grit can be affected by the struggles they might be encountering along the way as they try to achieve their goals. The level of grit of

these students are not high or very high because these students belong to the Generation Z (students who were born from 1996-2010) wherein they are characterized by the following: they want tasks that are easy to do, they love instant things, they don't want to do complicated tasks, they don't have focus and they want to do tasks that involve modern technology or multimedia (Jenkins, 2015). These characteristic have been directly observed by the researcher himself to the CNU-ILS students wherein they easily get distracted and they have very short-attention span in listening, reading and even in doing their classroom tasks. They don't have that high level of interest and perseverance in accomplishing the task most especially in answering Filipino activities. They always say "We can't understand Filipino or We don't know Filipino." This implies their lack of grit in achieving or accomplishing a task that includes reading. Students with low level of grit are the students who easily give up in doing a task most especially when they find it difficult.

Duckworth et al. (2007) stated that grit is important in the success of a person. The high level of grit can be used by a student in doing complex tasks with clear instructions. High level of perseverance and intensive practice are needed in the success of accomplishing a certain task or competency (MacNamara et al., 2014). Credé and Phillips (2011) added that grit is an important predictor of individual's skill in improving and finishing exercises that develops the creativity and resiliency. Moreover, it is very important that tasks must have clear objectives and students will be guided in doing it.

According to Karabenick (2003), student's performance might be affected by the level of grit of an individual. Having too much or too high level of grit is not anymore helpful to an individual most especially when doing a difficult task because this lead a person to do the task on his or her own and he or she will no longer interact or reach out to other people for help or for other ideas which may cause him or her more time in accomplishing it (Lucas et al., 2015).

The level of grit of a people vary depending on their culture, characteristics and experiences. Improving the level of grit at an early age is very important because this will change their view, perception, and accepting different tasks in school and at home.

Reading Comprehension in Filipino and Grit correlation

Table 3. Reading Comprehension in Filipino and Grit correlation

	Reading Comprehension and Self-esteem
Coefficient (r):	0.30
N:	133
T statistics:	3.058496
DF:	131
p value:	0.002698
Interpretation	Significant

Findings show that there is a significant correlation between the level of reading comprehension and grit of CNU-ILS students. Therefore, H_0 is rejected. This is shown in the p value = 0.002698. The numbers on table 3

show that reading comprehension and grit have moderate positive correlation. This means that if grit increases, there will be a moderate increase in the reading comprehension performance of student. But reading comprehension has also other factors that are not being included in this study. Thus, the result of this paper implies only that grit is one of the important factors or an additional factor to be considered in improving reading comprehension performance of students in Filipino. It also means that if students will encounter difficult words in the text they are reading, they will find way to know the meaning of these words for better understanding of the entire reading selection/text. It indicates that students should develop his or her grit for them to have the drive to increase their level of learning about the language processes. This tells us that grit will enable the student to face and overcome the struggles and difficulties of a certain task (Duckworth et al., 2007). According to DeMaiolo (2017), students who have grit find way to finish what they have started, focus on their goals, persevere to be successful even though they have experienced failures and remain resilient. Therefore, understanding the role of grit in overall success and the factors that relate grit to language learning and comprehension should be on the research agenda of language teachers (Keegan, 2017).

Conclusions and Recommendations

The study evaluated and determined the level and correlation of reading comprehension and grit of CNU-ILS students. Findings revealed that 43% of CNU-ILS students' have unsatisfactory level of reading comprehension performance in Filipino and 52% of them have moderate level of grit. It is also shown that the comprehension of the students was affected by lack of familiarity of the language structure and vocabularies of Filipino Language. Moreover, data also revealed that the level grit of students is affected by their characteristic, attitude and culture. The results also showed that grit had been positively significant in increasing the level of comprehension performance of CNU-ILS students. This implies that grit is considered to be a factor in improving student's comprehension through giving a clear instruction of the task and giving sufficient guidance to the students.

With the study results showing that grit has potential in improving the reading comprehension performance of students, the researcher recommends further research on ways of improving level grit and reading comprehension of students. It is also recommended by the researcher to have integrative or holistic way of teaching in the class wherein grit and reading comprehension of the students could be measured. Moreover, students are encouraged to read more reading materials written in Filipino language for them to be exposed in the said language. On the other hand, teachers must seek help also from the school registered guidance counselor to monitor the behavior of the students.

Acknowledgement

The author wishes to acknowledge the students of Cebu Normal University – Integrated Laboratory School who participated in this study, the Center for Research and Development of the Cebu Normal University for their motivation and unwavering support.

References

- Alber-Morgan, S. R., Matheson Ramp, E., Anderson, L. L., & Martin, C. M. (2007). Effects of repeated readings, error correction, and performance feedback on the fluency and comprehension of middle school students with behavior problems. *The Journal of Special Education*, 41(1), 17-30.
- Bolton, F. (2007). Top level structures. *Teaching PreK-8*, 46-47.
- Cabardo, J. R. (2015). *Reading proficiency level of students: Basis for reading intervention program*. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2712237>
- Carroll, J. B. (1963). A model of school learning. *Teachers College Record*, 64(8), 723-733.
- Changlek, A., & Palanukulwong, T. (2015). Motivation and grit: Predictors of language learning achievement. *Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and Arts)*, 8(4), 23-36.
- Center for Development of Human Services. (2002). About human development. Retrieved from <http://hdr.undp.org/en/content/copyright-and-terms-use>
- Cook, V. (2001). *Second language learning and language teaching* (3rd ed.). New York: Oxford University Press.
- Credé, M., & Phillips, L. A. (2011). A meta-analytic review of the motivated strategies for learning questionnaire. *Learning and individual differences*, 21(4), 337-346.
- DeMaiolo, J. N. (2017). *Getting Gritty with it: An Analysis of Grit and Reading Stamina in First Grade Students* (Doctoral dissertation). Oxford, OH: Miami University.
- Dewitz, P., & Dewitz, P. K. (2003). They can read the words, but they can't understand: Refining comprehension assessment. *The Reading Teacher*, 56(5), 422-435.
- Duckworth, A. L. (2009). (Over and) beyond high-stakes testing. *American Psychologist*, 64(4), 279-280. <https://doi.org/10.1037/a0014923>
- Duckworth, A., & Gross, J. J. (2014). Self-control and grit: Related but separable determinants of success. *Current directions in psychological science*, 23(5), 319-325.
- Duckworth, A. L., Peterson, C., Matthews, M. D., & Kelly, D. R. (2007). Grit: Perseverance and passion for long-term goals. *Journal of Personality and Social Psychology*, 92(6), 1087-1101. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.92.6.1087>
- Duckworth, A. L., & Quinn, P. D. (2009). Development and validation of the short grit scale (GRIT-S). *Journal of personality assessment*, 91(2), 166-174.
- Ivancevich, J. M., Konopaske, R., & Matteson, M. T. (2011). *Organizational behavior and management*. New York, NY: McGraw-Hill Irwin.
- Jenkins, R. (2015). *15 Aspects that highlight how generation Z is different from millennials*. Retrieved From <https://www.business2community.com/social-data/15-aspects-that-highlight-how-generation-z-is-different-from-millennials-01244940>
- Karabenick, S. A. (2003). Seeking help in large college classes: A person-centered approach. *Contemporary educational psychology*, 28(1), 37-58.
- Keegan, K. (2017). Identifying and building grit in language learners. *English Teaching Forum*, 55(3), 2-9.

- Ling, P. (2012). The whole language theory and its application to the teaching of English reading. *English Language Teaching*, 5(3), 147-152.
- Lucas, G. M., Gratch, J., Cheng, L., & Marsella, S. (2015). When the going gets tough: Grit predicts costly perseverance. *Journal of Research in Personality*, 59, 15-22.
- Macnamara, B. N., Hambrick, D. Z., & Oswald, F. L. (2014). Deliberate practice and performance in music, games, sports, education, and professions: A meta-analysis. *Psychological Science*, 25(8), 1608-1618.
- Pascarella, E. T., & Terenzini, P. T. (1980). Predicting freshman persistence and voluntary dropout decisions from a theoretical model. *The journal of higher education*, 51(1), 60-75.
- Programme for International Student Assessment. (2018). PISA result 2018. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/>
- Rogers, J. F., Townsend, C. D., & Lindner, J. R. (2004). Perseverance of agricultural educators by academic attainment. *Journal of Agricultural Education*, 45, 74-85. doi:10.5032/jae.2004.01074
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: appropriate use and interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763-1768.
- Shippen, M. E., Houchins, D. E., Crites, S. A., Derzis, N. C., & Patterson, D. (2010). An examination of the basic reading skills of incarcerated males. *Adult Learning*, 21(3-4), 4-12.
- Singh, K. (2011). Study of achievement motivation in relation to academic achievement of students. *International Journal of Educational Planning & Administration*, 1(2), 161-171.
- The Philippine Star. (2011). *How do Filipino Students rate in reading?* Retrieved from <https://www.philstar.com/lifestyle/health-and-family/2010/03/02/553720/how-do-filipino-students-rate-reading>
- The Philippine Star. (2010). *Students read books not matched to their reading level—study*. Retrieved from <http://www.philstar.com/education-and-home/639276/students-read-books-not-matched-their-reading-level-study>
- Tupe, B. A., & Padilla, P. P. (2011). Metacognitive strategy instruction and bilingual readers' comprehension of expository texts. *The RAP Journal*, 34(1), 28-44.
- U. S. Department of Education. (2013). *Promoting grit, tenacity, and perseverance: Critical factors for success in the 21st century*. Washington, DC: Author.
- Vaughn, S. V., & Linan-Thompson, S. (2004). *based methods of reading instruction, grades K-3*. ASCD.

บทความวิจัย (Research Article)

การประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

ASSESSMENT OF JUNIOR HIGH SCHOOL STUDENTS' CRITICAL THINKING SKILLS

Received: June 7, 2019

Revised: July 19, 2019

Accepted: August 13, 2019

กรกนก เลิศเดชภักดิ์^{1*} ชาตรี ฝ้ายคำตา² และจีระวรรณ เกษสิงห์³
Kornkanok Lertdechapat^{1*} Chatree Faikhamta² and Jeerawan Ketsing³

^{1,2,3}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์^{1,2,3}Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: Kornkanok.L@chula.ac.th

บทคัดย่อ

ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นเป้าหมายการพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ทั้งด้านการคิด การปฏิบัติ และจิตพิสัย แต่พบงานวิจัยส่วนน้อยที่ระบุจิตพิสัยไว้เป็นส่วนหนึ่งของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จึงเป็นที่มาของการวิจัยในครั้งนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 35 คน เครื่องมือวิจัย คือ แบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วิเคราะห์ผลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา การเปรียบเทียบข้อมูล และรวบรวมข้อมูลเป็นร้อยละของผลการประเมินในแต่ละระดับของพฤติกรรมบ่งชี้ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในระดับปานกลางเกือบทุกองค์ประกอบ ยกเว้นด้านการแก้ปัญหา ที่พบว่า นักเรียนมีทักษะฯ อยู่ในระดับควรปรับปรุงเท่ากับระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาพฤติกรรมบ่งชี้ พบว่า องค์ประกอบด้านการคิดเชิงระบบปรากฏความแตกต่างของร้อยละของผลการประเมินทักษะฯ ระหว่างระดับปานกลางกับสูงแตกต่างกันมากที่สุด อีกทั้งองค์ประกอบด้านการให้เหตุผล การตัดสินใจ และการตัดสินใจ และการใช้มุมมองด้านจิตพิสัยในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ นักเรียนมีทักษะฯ สูงสุดในระดับปานกลาง ผลการวิจัยนี้มีประโยชน์ต่อการปรับปรุงกิจกรรมการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนให้ปฏิบัติตามพฤติกรรมบ่งชี้ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้อย่างครอบคลุมในทุกมิติทั้งด้านการคิด การปฏิบัติ และจิตพิสัย

คำสำคัญ: การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการคิด แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Abstract

Critical thinking skills is one of the goals of science learning in domains of cognitive, affective, and psychomotor. There were few research mentioned affective aspects as a component of critical thinking. This study, therefore, aimed to explore 35 grade 7 students' critical thinking skills. Paper-and-pencil test of critical thinking skills was used as a collection tool. Content analysis and constant comparison were employed for analyzing data. The collected frequencies of students' critical thinking indicators were converted to percentage. Findings showed that the most of students had moderate level of critical thinking skills, except the components of problem solving which low level and moderate level were equally. Considering the behavioral indicators of each component, the component of systems thinking had the highest difference of percentage between high and moderate level. Moreover, the components of give

reason effectively, make judgments and decisions, and consider affective dimensions had the highest percentage in moderate level. The implications of this study, teachers will be able to use these findings as the supported problems to adjust and improve their activities which can support and enhance students' critical thinking skills in cognitive, affective, and psychomotor domains.

Keywords: Critical Thinking, Thinking Skills, Test of Critical Thinking Skills

บทนำ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นเป้าหมายหลักของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Bailin et al., 1999; Moore, 2013) เนื่องจากพฤติกรรมที่สะท้อนทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะการแก้ปัญหาและการตัดสินใจของข้อโต้แย้ง (Arsal, 2017; Partnership for 21st century skills, 2007; Wang et al., 2017) อีกทั้งยังครอบคลุมการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งเป็นพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม (Bloom's Taxonomy) (Ennis, 1993) อีกด้วย

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้นิยามการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถสรุปได้ 3 มุมมอง โดยช่วงเริ่มต้นของการศึกษาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การศึกษาส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับนิยามของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ครอบคลุมทักษะทางสติปัญญาเป็นหลัก ได้แก่ ความรู้พื้นฐาน ความรู้เกี่ยวกับโน้ตที่จำเพาะ รวมทั้งอุปนิสัยในการคิด อย่างไรก็ตามงานวิจัยในช่วงหลังได้เพิ่มมุมมองของการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านจิตพิสัยที่มีต่อการคิดในรูปแบบนี้ด้วย (Miri et al., 2007; Moore, 2013; Oliveras et al., 2013) เหตุเพราะจิตพิสัยที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะส่งผลให้บุคคลนั้นสามารถประยุกต์การคิดอย่างมีวิจารณญาณในบริบทที่แตกต่างออกไปได้ ส่วนงานวิจัยเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณในปัจจุบันเริ่มให้ความสำคัญกับการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์สถานการณ์อย่างมีวิจารณญาณ (Kim et al., 2013; Pattaranont & Sengsri, 2010, pp. 95-110; Chatthong & Thongkamsuk, 2018, pp. 146-152) ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในทั้งสามมิติ คือ ด้านสติปัญญา การปฏิบัติ และจิตพิสัย โดยเน้นวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตและการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

เนื่องจากสิ่งแวดล้อมในการดำเนินชีวิตมีอิทธิพลต่อลักษณะพฤติกรรมของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สภาพสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันย่อมต้องใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณที่แตกต่างกัน (Bailin et al., 1999; Moore, 2013) อีกทั้งจิตพิสัยในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสำคัญในการประยุกต์ และพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณในบริบทที่แตกต่างกัน ดังนั้น ในทัศนะของผู้วิจัย การให้นิยามของการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงควรครอบคลุมทั้งสามมิติดังกล่าวข้างต้น จึงเป็นที่มาของการสรุปนิยามของการคิดอย่างมีวิจารณญาณในงานวิจัยนี้ คือ ทักษะของนักเรียนในการตัดสินใจของคำตอบหรือข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักฐานการให้เหตุผลอย่างเป็นวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน มีความกว้างในการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและเสนอความคิดเห็นของตนเองให้ผู้อื่นทราบ และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของตนเอง

องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความหลากหลายและสอดคล้องกับนิยามของการคิดอย่างมีวิจารณญาณในแต่ละบริบท งานวิจัยนี้ได้พัฒนาองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยอาศัยกรอบแนวคิดของ Partnership for 21st century skills (2007); Ennis (1993) เนื่องจากครอบคลุมพฤติกรรมทั้งทางด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัยที่สอดคล้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณในงานวิจัยนี้มี 5 ข้อ ได้แก่ 1) การให้เหตุผล 2) การใช้การคิดเชิงระบบ 3) การตัดสินใจและการตัดสินใจ 4) การแก้ปัญหา และ 5) การใช้มุมมองด้านจิตพิสัยในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การศึกษาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีการดำเนินการมาหลายทศวรรษ แต่ในปัจจุบันยังพบว่า นักเรียนยังประสบปัญหาในการวิเคราะห์สถานการณ์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน เช่น ไม่สามารถระบุวัตถุประสงค์ของผู้เขียน ไม่สามารถระบุข้อมูลและหลักฐานจากบทความ (Oliveras et al., 2013) ไม่สามารถให้เหตุผลอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ (Macpherson & Owen, 2010) ไม่สามารถประเมินและวิจารณ์ข้อโต้แย้ง (Singkha & Suwannoi, 2012, pp. 93-102; Chatthong & Thongkamsuk,

2018, pp. 146-152) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่ไม่ปรากฏองค์ประกอบด้านจิตพิสัย (Singkha & Suwannoi, 2012, pp. 93-102; Chatthong & Thongkamsuk, 2018, pp. 146-152) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการส่งเสริมให้เกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณในบริบทที่หลากหลายที่เรามักพบเจอในชีวิตประจำวันได้ ในทำนองเดียวกัน เครื่องมือสำหรับประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณในงานวิจัยที่ผ่านมาก็มีความหลากหลาย อาทิ แบบวัดเขียนตอบเพื่อตอบคำถามจากสถานการณ์ (Oliveras et al., 2013; Chatthong & Thongkamsuk, 2018, pp. 146-152) แบบสังเกตพฤติกรรม (Hohmann & Grillo, 2014) และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Wass et al., 2011) แบบวัดแต่ละแบบมีข้อจำกัดแตกต่างกันออกไป อาทิ แบบวัดเขียนตอบ สามารถประเมินองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้อย่างครอบคลุม แต่ใช้เวลานานในการตรวจให้คะแนน แบบสังเกตพฤติกรรม มักใช้เวลานานในการติดตามการปฏิบัติของนักเรียน การปฏิบัติในแต่ละสถานการณ์อาจไม่เอื้อให้นักเรียนปฏิบัติได้ครอบคลุมทุกองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง สามารถแสดงความคิดเห็นและความรู้สึกของผู้ให้สัมภาษณ์ แต่ไม่ได้สะท้อนการปฏิบัติในสถานการณ์จริง จากข้อดีและข้อจำกัดดังกล่าวข้างต้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบบวัดเชิงสถานการณ์แบบเขียนตอบ เพราะสามารถสะท้อนความคิดและความเข้าใจของนักเรียนได้โดยตรง ทั้งด้านสติปัญญา แนวทางการปฏิบัติ และจิตพิสัย (Lai, 2011)

การใช้แบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีลักษณะเป็นการเขียนตอบเพื่อตอบคำถามจากสถานการณ์นั้นมีความสำคัญต่อการประเมินคุณภาพของคำตอบ เนื่องจากการใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic Scoring Rubrics) หรือเกณฑ์การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ (Analytical Scoring Rubrics) จะสามารถระบุพฤติกรรม บ่งบอกระดับทักษะของนักเรียนได้อย่างชัดเจน และเป็นแนวทางให้นักเรียนได้ทราบพฤติกรรมที่พึงปฏิบัติอย่างเหมาะสม (Ennis, 1993; Bensley & Murtagh, 2012) ซึ่งเป็นจุดเด่นของการใช้เกณฑ์การประเมินในการประเมินทักษะของนักเรียน

งานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่ศึกษาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อประเมินประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน และกลยุทธ์การสอน ซึ่งเป็นการประเมินที่ต้องใช้เนื้อหาบทเรียนมาตอบคำถามเพื่อแสดงถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อาทิ งานวิจัยของ Pattaranont and Sengsri (2010, pp. 95-110); Sukhathawanit and Sittisomboon (2017); Muangpanao and Keeratichamroen (2018, pp. 40-49) ขณะที่งานวิจัยในต่างประเทศส่วนใหญ่ศึกษาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้ความรู้จากศาสตร์ต่างๆ ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงประจำวัน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ในมุมมองที่หลากหลายมาใช้ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในชีวิตประจำวันได้ (Ku, 2009; Lai, 2011) แต่ยังไม่พบลักษณะการประเมินดังกล่าวในประเทศไทยมากนัก การประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้สถานการณ์ที่ไม่อิงเนื้อหาวิทยาศาสตร์จึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจในการศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในงานวิจัยนี้ อีกทั้งยังเลือกใช้แบบสอบอัตนัยเขียนตอบที่มีลักษณะให้นักเรียนเขียนคำตอบของคำถามย่อยๆ โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่ไม่อิงเนื้อหา เพื่อประเมินการถ้อยแถลงการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนจากบทเรียนไปยังสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้ (Ennis, 1993) และข้อสำคัญในการประเมินทักษะของนักเรียนจะพิจารณาจากคำตอบที่จะต้องอยู่บนพื้นฐานของความรู้วิทยาศาสตร์และความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ (Byrne & Johnstone, 1987) โดยผู้สอนสามารถนำผลการประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนไปปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้สามารถพัฒนานักเรียนได้อย่างตรงประเด็น

คำถามวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในภาพรวมและพฤติกรรมบ่งชี้แต่ละองค์ประกอบเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้งในภาพรวมและพฤติกรรมบ่งชี้แต่ละองค์ประกอบ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกรณีศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ทักษะการคิดมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 35 คน ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร นักเรียนเรียนอยู่ในห้องเรียนทั่วไปซึ่งจัดนักเรียนแบบละความสามารถ และเข้ารับการประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

เครื่องมือในการวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณคือ แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีลักษณะเป็นอัตนัยแบบเขียนคำตอบ จำนวน 10 ข้อ ให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับการป้องกันและการระบาดของโรคพิษสุนัขบ้าจากสถานการณ์และข้อมูลที่กำหนด ผู้วิจัยประเมินคำตอบของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์การประเมิน 4 ระดับ (ระดับที่ 0 ถึงระดับที่ 3) ซึ่งปรับมาจาก Partnership for 21st century (2007); Ennis (1993) ระดับ 0 แสดงว่า นักเรียนไม่ตอบคำถามหรือตอบคำถามว่าไม่ทราบ จนถึงระดับที่ 3 ซึ่งแสดงว่า คำตอบของนักเรียนมีความถูกต้องและสมบูรณ์

เมื่อตรวจให้คะแนนคำตอบของนักเรียนแล้ว จากนั้นรวมความถี่ของผลการประเมินทักษะฯ ของนักเรียนในแต่ละระดับ พฤติกรรมบ่งชี้ แต่ละองค์ประกอบ และทุกองค์ประกอบรวมกันเพื่อแสดงความถี่ของผลการประเมินทักษะฯ ของนักเรียนในภาพรวม จากนั้นแปลงความถี่เป็นร้อยละของผลการประเมินทักษะฯ ของนักเรียน เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในแต่ละพฤติกรรมบ่งชี้ในองค์ประกอบเดียวกัน

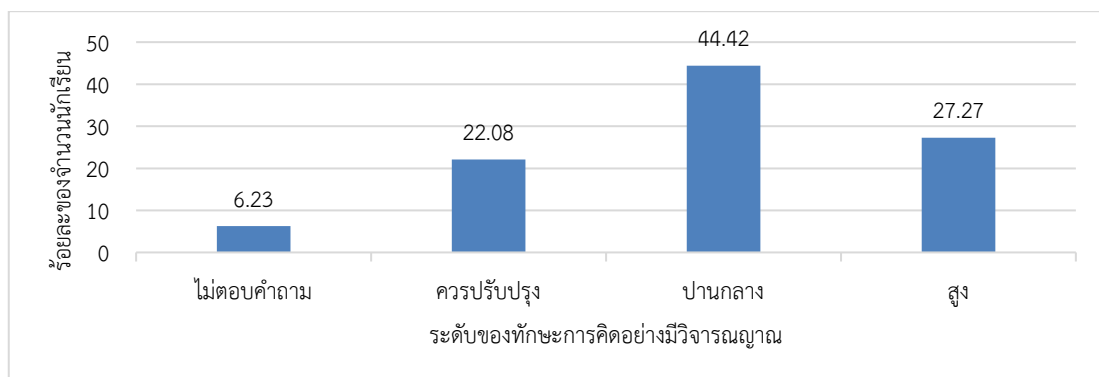
คุณภาพของแบบวัดและเกณฑ์การประเมินผ่านการตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 2 ท่าน วิเคราะห์คำตอบโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และการเปรียบเทียบข้อมูล (Constant Comparison) และตรวจสอบคุณภาพของผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการตรวจสอบสามเส้าด้านผู้วิจัย (Chantavanich, 2018)

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ระดับของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

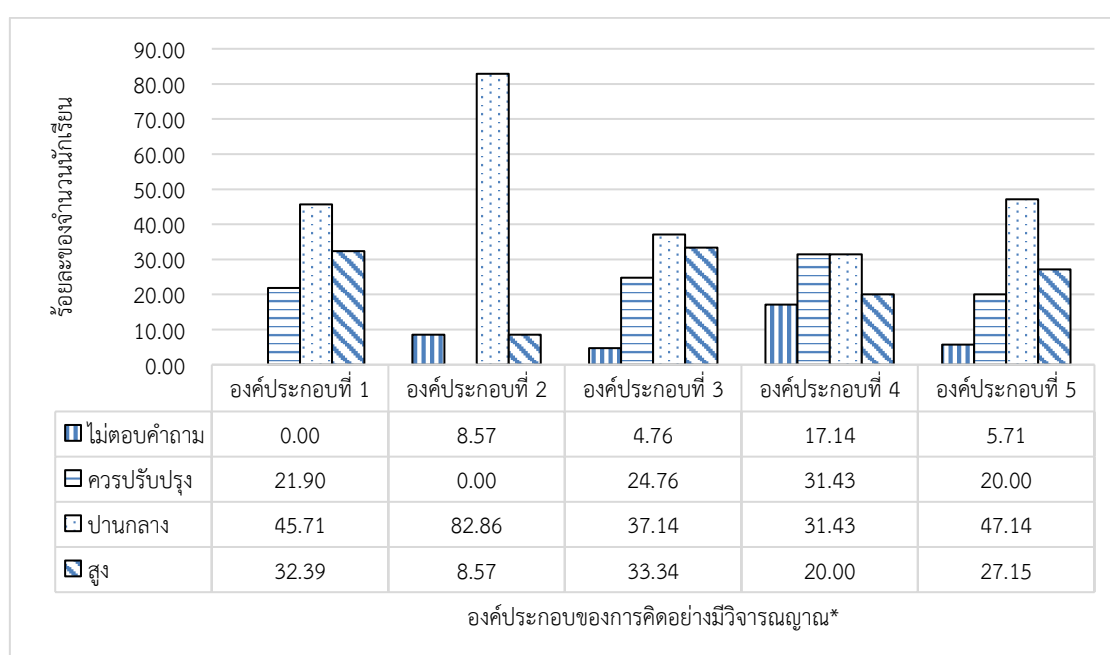
เมื่อพิจารณาผลการประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในภาพรวม ในแผนภูมิ 1 ซึ่งได้มาจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายบุคคลใน 5 องค์ประกอบของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากนั้นนับจำนวนความถี่ และร้อยละของผลการประเมินทักษะฯ ของนักเรียนในแต่ละระดับ ซึ่งกำหนด 4 ระดับ ได้แก่ สูง ปานกลาง ควรปรับปรุง และไม่ตอบคำถาม

จากแผนภูมิ 1 จะเห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 44.42) รองลงมา คือ อยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 27.27) และระดับควรปรับปรุง (ร้อยละ 22.08) ตามลำดับ และพบนักเรียนร้อยละ 6.23 ไม่ตอบคำถาม



แผนภูมิ 1 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีผลการประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในแต่ละระดับ

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาแผนภูมิ 2 ที่แสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีผลการประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำแนกตามองค์ประกอบในแต่ละระดับ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในระดับปานกลางในเกือบทุกองค์ประกอบ ยกเว้นองค์ประกอบที่ 4 การแก้ปัญหา โดยองค์ประกอบที่ 1 การให้เหตุผล องค์ประกอบที่ 3 การตัดสินใจ และการตัดสินใจ และองค์ประกอบที่ 5 การใช้มุมมองด้านจิตพิสัยในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับปานกลางเช่นเดียวกัน รองลงมา คือ ระดับสูง และควรปรับปรุง ตามลำดับ ซึ่งคล้ายคลึงกับองค์ประกอบที่ 2 การใช้การคิดเชิงระบบ เพียงแต่ไม่ปรากฏนักเรียนในระดับควรปรับปรุง ในขณะที่องค์ประกอบที่ 4 การแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงสุดอยู่ในระดับควรปรับปรุงและระดับปานกลาง นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาเฉพาะระดับปานกลางและสูง ซึ่งเป็นผลประเมินคำตอบของนักเรียนที่สะท้อนการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีประสิทธิภาพ พบข้อสังเกต คือ องค์ประกอบที่ 2 ร้อยละของผลการประเมินทักษะฯ ของนักเรียนในระดับปานกลางและสูงมีความแตกต่างกันมากที่สุด (ร้อยละ 74.29) เมื่อเทียบกับความแตกต่างของร้อยละดังกล่าวในองค์ประกอบอื่นๆ



*1. การให้เหตุผล/ 2. การใช้การคิดเชิงระบบ/ 3. การตัดสินใจและการตัดสินใจ/ 4. การแก้ปัญหา/ 5. การใช้มุมมองด้านจิตพิสัยในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แผนภูมิ 2 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีผลการประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำแนกตามองค์ประกอบในแต่ละระดับ

ตอนที่ 2 ลักษณะพฤติกรรมของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณแยกรายองค์ประกอบ

ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้ง 5 องค์ประกอบนั้น ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ที่สะท้อนลักษณะสำคัญในแต่ละองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการวิจัยในตอนต้นที่ 2 จึงขอเสนอตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบ ซึ่งแสดงได้ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 การให้เหตุผล พฤติกรรมบ่งชี้ของการให้เหตุผลมี 3 พฤติกรรม ได้แก่ 1) การกำหนดคำตอบจากสถานการณ์ 2) การให้เหตุผลที่เหมาะสมกับสถานการณ์ และ 3) การให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ผลวิจัย พบว่า พฤติกรรมบ่งชี้ที่มีร้อยละของผลการประเมินทักษะฯ ของนักเรียนสูงสุด คือ การกำหนดคำตอบจากสถานการณ์ ซึ่งสะท้อนพฤติกรรมนักเรียนในระดับปานกลาง

คำถามในการประเมิน คือ “สถานการณ์ที่กำหนด มีการใช้วิธีการใดบ้างในการกำจัดสุนัขที่ติดเชื้อพิษสุนัขบ้า” ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่แสดงให้เห็นว่าสามารถระบุคำตอบที่มาจากสถานการณ์ได้เพียงคำตอบเดียว ซึ่งเป็นพฤติกรรมระดับปานกลาง กรณีที่ 1 เช่น “ให้สุนัขกินอาหารที่คลุกยาเบื่อ (นักเรียนเลขที่ 8)” และยังไม่ปรากฏคำตอบที่คิดขึ้นเองและไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ เช่น

“บุคคลที่กำจัดด้วยยาเบื่อสุนัข พื้นที่ประชาชนในพื้นที่ได้นำสุนัขไปฉีดวัคซีน (นักเรียนเลขที่ 9)” ซึ่งเป็นพฤติกรรมระดับปานกลาง กรณีที่ 2 ทั้งๆ ที่นักเรียนควรจะสามารถระบุคำตอบได้อย่างหลากหลาย ถูกต้อง และนำมาคำตอบมาจากสถานการณ์โดยไม่ปิดเปิด ดังตัวอย่าง “โรงเรียนเทศบาลวัดโคกสะทอนได้นำอาหารคลุกยาเบื่อ วัดเขาปริตได้กวาดต้อนและทำลายทั้งหมด (นักเรียนเลขที่ 2)” ซึ่งเป็นพฤติกรรมระดับสูง

องค์ประกอบที่ 2 การใช้การคิดเชิงระบบ ในงานวิจัยนี้ พฤติกรรมบ่งชี้ของการใช้การคิดเชิงระบบ คือ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยที่ส่งผลต่อผลลัพธ์โดยรวมของระบบที่มีความซับซ้อน ผลการวิจัยชี้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่ แสดงข้อมูลในระดับบุคคลหรือระดับหน่วยงานได้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งสะท้อนพฤติกรรมนักเรียนในระดับปานกลาง

คำถามในการประเมินคือ “ในความคิดของนักเรียนในฐานะบทบาทของสมาชิกในชุมชน นักเรียนจะออกแบบแนวทางการป้องกันหรือการรักษาโรคพิษสุนัขบ้าอย่างไรบ้าง อธิบายให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการในระดับชุมชน และเชื่อมโยงสู่การดำเนินงานในระดับชาติ” ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่แสดงพฤติกรรมระดับปานกลางคือ “ออกจากสถานที่ที่การติดเชื้อ ไม่เข้าใกล้ ไม่สัมผัสน้ำลายหมา ไม่อยู่กับหมา ถ้ามันจะกัดให้วิ่งเร็วที่สุดและอยู่ในที่ปลอดภัย (นักเรียนเลขที่ 11)” ซึ่งเป็นการแสดงข้อมูลเฉพาะในระดับบุคคล ทั้งๆ ที่นักเรียนควรแสดงข้อมูลในระดับบุคคลและระดับหน่วยงานได้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมในระดับสูง เช่น “การจับสุนัขไปฉีดยาหรือนำไปพบสัตวแพทย์ และเมื่อพบเห็นสุนัขที่น้ำลายฟูมปากหรืออาการที่เสี่ยงการติดเชื้อควรรีบโทรแจ้งปศุสัตว์ในพื้นที่ (นักเรียนเลขที่ 35)”

องค์ประกอบที่ 3 การตัดสินใจคุณค่าและการตัดสินใจ พฤติกรรมบ่งชี้ของการตัดสินใจคุณค่าและการตัดสินใจมี 3 พฤติกรรม ได้แก่ 1) การประเมินหลักฐาน ข้อโต้แย้ง หรือข้อกล่าวอ้างอย่างมีประสิทธิภาพ 2) การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปบนพื้นฐานของการวิเคราะห์ที่ดีที่สุด และ 3) การสะท้อนคิดเกี่ยวกับเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณ ผลวิจัยพบว่า พฤติกรรมบ่งชี้ที่มีร้อยละของผลการประเมินทักษะฯ ของนักเรียนสูงสุดคือ การสะท้อนคิดเกี่ยวกับเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งสะท้อนพฤติกรรมนักเรียนในระดับควรปรับปรุง

คำถามในการประเมิน คือ “สรุปภาพรวมของการดำเนินงานของนักเรียน พบว่า การรณรงค์เกี่ยวกับการป้องกันและแก้ไข ปัญหาโรคพิษสุนัขบ้าภายในชุมชนนั้นบรรลุเป้าหมาย อีกทั้งชาวบ้านยังชื่นชมว่านักเรียนสามารถพูดให้ชาวบ้านเข้าใจ และพร้อมให้ความร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันและแก้ไข ปัญหาโรคพิษสุนัขบ้าในอนาคตอีกด้วย...ความสำเร็จนั้นเป็นเพราะอะไร ทำให้ถึงคิดเช่นนั้น อธิบายอย่างละเอียด” ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายเพื่อสะท้อนความคิดเกี่ยวกับเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้ หรือการทำการกิจกรรม ซึ่งเป็นพฤติกรรมในระดับควรปรับปรุง (กรณีที่ 1) เช่น “เพราะความตั้งใจ เพราะถ้าไม่ตั้งใจก็ทำอะไรไม่ได้ (นักเรียนเลขที่ 8)” และยังพบว่า นักเรียนตอบคำถามไม่ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถาม ซึ่งเป็นพฤติกรรมในระดับควรปรับปรุง (กรณีที่ 2) เช่น “เพราะทุกคนช่วยดูแลและรักษาสภาพแวดล้อม (นักเรียนเลขที่ 19)” ทั้งๆ ที่นักเรียนควรสามารถเขียนอธิบายเพื่อสะท้อนความคิดเกี่ยวกับเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้หรือการทำการกิจกรรมได้ ได้อย่างสอดคล้องกับบริบทที่เกิดขึ้นจริง เช่น “เพราะกลุ่มเพื่อนนักเรียนสมัครคิกกันและชาวบ้านก็ช่วยทำความเข้าใจและพร้อมทั้งยังหาความรู้เพิ่มอีกจึงทำให้งานออกมาดีและสำเร็จ (นักเรียนเลขที่ 26)” ซึ่งเป็นพฤติกรรมในระดับสูง

องค์ประกอบที่ 4 การแก้ปัญหา พฤติกรรมบ่งชี้ของการแก้ปัญหา มี 2 พฤติกรรม ได้แก่ 1) การระบุวิธีการแก้ปัญหาทั้งวิธีการทั่วไปและวิธีการที่แปลกใหม่ และ 2) การระบุคำถามที่ช่วยทำให้มุมมองเกี่ยวกับปัญหามีความชัดเจนและนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ผลวิจัยชี้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้ระบุวิธีการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการรณรงค์ป้องกันโรคพิษสุนัขบ้า ซึ่งสะท้อนพฤติกรรมนักเรียนในระดับควรปรับปรุง

คำถามที่ใช้ในการประเมินคือ “ถ้าชาวบ้านไม่เชื่อในสิ่งที่นักเรียนรณรงค์ นักเรียนจะมีวิธีการแก้ไขอย่างไรบ้าง ให้ยกตัวอย่างทั้งวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้ได้ในสถานการณ์ทั่วไป และวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่” คำตอบของนักเรียนที่ไม่ได้ระบุวิธีการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการรณรงค์ป้องกันโรคพิษสุนัขบ้า แต่กล่าวถึงวิธีการป้องกันโรคพิษสุนัขบ้า ซึ่งไม่ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถาม คือ “วิธีการทั่วไปคือเพิ่มข้อมูลที่น่าสนใจและสำคัญ วิธีการที่แปลกใหม่คือตั้งซุ้มอธิบาย หรือแจกแผ่นพับในตู้จดหมายทุกบ้าน (นักเรียนเลขที่ 26)”

ซึ่งเป็นพฤติกรรมในระดับควรปรับปรุง ทั้งๆ ที่นักเรียนควรสามารถระบุวิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับการรณรงค์ป้องกันโรคพิษสุนัขบ้า ได้ทั้งวิธีการทั่วไปและวิธีการที่แปลกใหม่ได้อย่างเหมาะสม เช่น “วิธีการทั่วไปคืออธิบายสิ่งที่ชาวบ้านไม่เชื่อพร้อมเหตุผล วิธีการที่แปลกใหม่คือยกตัวอย่างเหตุการณ์ในการเกิดการแพร่ระบาดของโรคพิษสุนัขบ้าและยกตัวอย่างคนที่เสียชีวิตด้วยการติดเชื้อพิษสุนัขบ้า (นักเรียนเลขที่ 35)” ซึ่งเป็นพฤติกรรมในระดับสูง

องค์ประกอบที่ 5 การใช้มุมมองด้านจิตพิสัยในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พฤติกรรมบ่งชี้ของการใช้มุมมองด้านจิตพิสัยในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมี 2 พฤติกรรม ได้แก่ 1) ความใจกว้าง และ 2) การเป็นผู้มีข้อมูลเพื่อใช้ในการอภิปรายและโต้แย้งกับบุคคลอื่น ผลการวิจัยชี้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่ใช้ข้อมูลพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์หรือข้อมูลอื่นๆ ที่สอดคล้องกับประเด็นในการอภิปรายและโต้แย้ง แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ หรือไม่ถูกต้องทั้งหมด ซึ่งสะท้อนพฤติกรรมในระดับปานกลาง

คำถามที่ใช้ในการประเมิน คือ “ในความคิดของนักเรียนในฐานะบทบาทของสมาชิกในชุมชน นักเรียนจะออกแบบแนวทางการป้องกันหรือการรักษาโรคพิษสุนัขบ้าอย่างไรบ้าง อธิบายให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการในระดับชุมชน และเชื่อมโยงสู่การดำเนินงานในระดับชาติ” คำตอบของนักเรียนที่อยู่ในระดับปานกลาง เช่น “แนะนำให้คนในชุมชนพาสุนัขไปฉีดวัคซีนโรคพิษสุนัขบ้า และหลีกเลี่ยงการเข้าใกล้สุนัขที่ไม่มีเจ้าของ (นักเรียนเลขที่ 31)” ทั้งๆ ที่นักเรียนควรให้ข้อมูลพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์หรือข้อมูลอื่นๆ ที่สอดคล้องกับประเด็นในการอภิปรายและโต้แย้งได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง เช่น “แยกสุนัขที่เป็นโรคพิษสุนัขบ้าออกจากสุนัขที่ไม่ได้เป็น ติดป้ายประกาศ พร้อมจัดหาที่อยู่เพื่อทำการรักษาสุนัขโรคพิษสุนัขบ้าให้หายและนำไปปล่อย จัดโครงการบ้านสุนัขเพื่อหาบ้านใหม่สำหรับสุนัขที่ถูกทอดทิ้ง (นักเรียนเลขที่ 26)” ซึ่งเป็นพฤติกรรมระดับสูง

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการวิจัย พบว่า ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในภาพรวมของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 44.42) แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตัดสินใจความถูกต้องของคำตอบหรือข้อกล่าวอ้างโดยใช้หลักฐานประกอบการให้เหตุผลซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์ แต่ยังไม่แสดงความเป็นเหตุเป็นผลกัน เปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและเสนอความคิดเห็นของตนเองที่เป็นประโยชน์ต่อการทำภาระงาน สามารถเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่สามารถเกิดขึ้นได้จริงเพียงบางแนวทาง และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมเพียงบางส่วน อันเนื่องจากสาเหตุต่อไปนี้

ประการที่ 1 การไม่ได้รับประสบการณ์ตรงและไม่ได้รับการฝึกฝนให้ใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณในสถานการณ์หรือบริบทที่ใกล้เคียงกัน นักเรียนต้องใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการ หรือจิตวิทยาศาสตร์มาเป็นพื้นฐานในการแสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณในสถานการณ์ที่มีความจำเพาะ ในกรณีนี้เป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคพิษสุนัขบ้า ซึ่งนักเรียนสามารถใช้ข้อมูลที่กำหนดมาตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ แสดงว่า นักเรียนต้องสามารถเชื่อมโยงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ากับสถานการณ์ที่กำหนด ดำเนินการวิเคราะห์คำถาม และสังเคราะห์คำตอบอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ แต่ในกรณีนี้ นักเรียนไม่ได้ใช้ประสบการณ์ตรงในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพียงแต่ใช้การทำความเข้าใจสถานการณ์ที่กำหนดเป็นแหล่งข้อมูลในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถแสดงพฤติกรรมของการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้อย่างสมบูรณ์

ถ้านักเรียนได้รับการฝึกฝนในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลาย และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ที่มีโอกาสลงมือปฏิบัติหรือได้รับประสบการณ์ตรงที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติกิจกรรมนั้นๆ นักเรียนจะได้เรียนรู้และปฏิบัติพฤติกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และสามารถประยุกต์ไปยังสถานการณ์หรือบริบทอื่นๆ ที่มีความใกล้เคียงกันได้ (Byrne & Johnstone, 1987) ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่า ถ้านักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้สืบค้นคำตอบด้วยตนเอง วางแผน และได้ลงมือปฏิบัติ จะส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณมากขึ้น (Muangpanao & Keeratichamroen, 2018)

ประการที่ 2 นักเรียนขาดการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการทำความเข้าใจคำถาม การอ่านและทำความเข้าใจคำถามเป็นกระบวนการสำคัญในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กล่าวคือ แม้ว่าคำตอบจะอยู่บนพื้นฐานความรู้วิทยาศาสตร์ แต่ถ้าตอบคำถามไม่ตรงประเด็น คำตอบดังกล่าวก็ไม่สะท้อนถึงการมีวิจารณญาณในการคิดและตอบคำถาม เห็นได้จากพฤติกรรมบ่งชี้การสะท้อนคิดเกี่ยวกับเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณ ในองค์ประกอบที่ 3 การตัดสินใจคุณค่าและการตัดสินใจ ซึ่งมีรายละเอียดของผลการประเมินทักษะฯ ของนักเรียนสูงสุดอยู่ในระดับควรปรับปรุง เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายเพื่อสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการดำเนินการรณรงค์ป้องกันโรคพิษสุนัขบ้าได้ ในทางกลับกัน นักเรียนสะท้อนพฤติกรรมที่ไม่เกี่ยวข้องกับการรณรงค์ดังกล่าว เช่น “เพราะทุกคนช่วยดูแลและรักษาสภาพแวดล้อม (นักเรียนเลขที่ 19)” ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะนักเรียนมีระดับทักษะในการอ่านที่หลากหลาย บางคนสามารถอ่านจับใจความสำคัญได้ดี ในขณะที่บางคนไม่สามารถจับใจความสำคัญที่ระบุในสถานการณ์ได้จึงตอบคำถามไม่ตรงประเด็น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Oliveras et al. (2013) ที่ศึกษาการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนผ่านการอ่านบทความในหนังสือพิมพ์ พบว่า มีความแตกต่างระหว่างการอ่านงานทั่วๆ ไปอย่างมีวิจารณญาณกับการอ่านบทความวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ เนื่องจากนักเรียนต้องใช้ทักษะในการระบุใจความสำคัญจากการอ่านบทความวิทยาศาสตร์ ค้นหาหลักฐานหรือข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จากบทความ ถ้านักเรียนไม่สามารถค้นหาข้อมูลสำคัญดังกล่าวได้ ก็จะไม่สามารถอ่านบทความวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณได้ และยังสอดคล้องกับลักษณะพื้นฐานของการคิดอย่างมีวิจารณญาณคือ การทำความเข้าใจเนื้อความในสถานการณ์ก่อนการตอบคำถาม (Macpherson & Owen, 2010; Moore, 2013)

ประการที่ 3 ความคิดสร้างสรรค์ช่วยส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แม้ว่าการตอบคำถามเพื่อสะท้อนองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะต้องอยู่บนพื้นฐานของความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ รวมทั้งจะต้องใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความรู้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานในการสะท้อนคิด แต่พฤติกรรมบ่งชี้ด้านการระบุวิธีการแก้ปัญหาทั่วไปและวิธีการที่แปลกใหม่ ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ในการตอบคำถาม จึงแสดงให้เห็นว่า นักเรียนจะใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณในการคิดอย่างสร้างสรรค์ และใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการระบุคำตอบอย่างมีวิจารณญาณด้วยเช่นเดียวกัน (Bailin et al., 1999)

ปัญหาประการหนึ่งที่พบในการตอบคำถามเพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ คือ นักเรียนเลือกที่จะไม่เขียนคำตอบแสดงวิธีการแก้ปัญหาที่อาจเป็นไปได้ หรือเขียนคำตอบว่าไม่ทราบ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนพยายามทำความเข้าใจสิ่งที่โจทย์ถาม แต่ไม่สามารถคิดและเขียนคำถามที่ถูกต้องเหมาะสมออกมาได้ จึงเลือกที่จะไม่ตอบคำถาม หรือเลือกที่จะตอบคำถามตามสิ่งที่ตนเองทราบ แม้ว่าจะไม่ตรงประเด็นก็ตาม

สำหรับคำถามที่ให้นักเรียนระบุวิธีการที่แปลกใหม่ในการรณรงค์การป้องกันโรคพิษสุนัขบ้าในชุมชนนั้น นักเรียนจะต้องระบุวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่ปรากฏในสถานการณ์หรือเป็นวิธีการที่ไม่ได้พบเห็นได้ทั่วไปในสถานการณ์การรณรงค์เพื่อป้องกันโรคพิษสุนัขบ้า แต่คำตอบยังคงต้องอยู่บนพื้นฐานของความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ นักเรียนส่วนใหญ่จึงไม่สามารถระบุวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ได้ และอาจเป็นข้อจำกัดของการปฏิบัติในชีวิตประจำวันในการรณรงค์เพื่อป้องกันโรคพิษสุนัขบ้าที่มีความน่าเชื่อถือ ดังนั้น วิธีการใดๆ ที่แปลกใหม่จึงอาจไม่เหมาะสม คำตอบของนักเรียนที่สะท้อนถึงวิธีการที่แปลกใหม่ในการรณรงค์ป้องกันโรคพิษสุนัขบ้าต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ของคำตอบด้วย (Moore, 2013)

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบสามารถสะท้อนถึงพฤติกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้ ดังนั้น ผู้สอนสามารถนำข้อมูลทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณในแต่ละองค์ประกอบ เพื่อให้ นักเรียนสามารถฝึกปฏิบัติตามพฤติกรรมบ่งชี้ขององค์ประกอบนั้นๆ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งถัดไป

2.1 นักเรียนแสดงพฤติกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์และไม่เป็นวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาวิธีการเสริมสร้างให้นักเรียนตระหนักถึงการตอบคำถาม โดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และต้องอยู่บนพื้นฐานของความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำประสบการณ์ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในประยุกต์ในสถานการณ์อื่นๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างสมบูรณ์

2.2 นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการระบุวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ได้ ดังนั้น การวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาและพัฒนากลยุทธ์ การสอนที่สอดแทรกลักษณะของการคิดสร้างสรรค์ในระหว่างการทำกิจกรรม เพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนใช้ลักษณะพฤติกรรมบ่งชี้ของการคิดสร้างสรรค์ มาตอบคำถามที่สะท้อนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านแก้ปัญหา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

References

- Arsal, Z. (2017). The impact of inquiry-based learning on the critical thinking dispositions of pre-service science teachers. *International Journal of Science Education*, 39(10), 1326-1338.
- Bailin, S., Case, R., Coombs, J. R., & Daniels, L. B. (1999). Conceptualizing critical thinking. *Journal of Curriculum Studies*, 31(3), 285-302.
- Bensley, D. A., & Murtagh, M. P. (2012). Guidelines for a scientific approach to critical thinking assessment. *Teaching of Psychology*, 39(1), 5-16.
- Byrne, M. S., & Johnstone, A. H. (1987). Critical thinking and science education. *Studies in Higher Education*, 12(3), 325-339.
- Chantavanich, S. (2018). *Qualitative research* (24th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Chatthong, N., & Thongkamsuk, P. (2018). A study of the critical thinking abilities by upper-secondary students of the Demonstration School of Bansomdejchaopraya Rahabhat. *Journal of Education and Human Development Sciences*, 2(2), 146-152. [in Thai]
- Ennis, R. H. (1993). Critical thinking assessment. *Theory into Practice*, 32(3), 179-186.
- Hohmann, J. W., & Grillo, M. C. (2014). Using critical thinking rubrics to increase academic performance. *Journal of College Reading and Learning*, 45(1), 35-51.
- Kim, K., Sharma, P., Land, S. M., & Furlong, K. P. (2013). Effects of active learning on enhancing student critical thinking in an undergraduate general science course. *Innovative Higher Education*, 38(3), 223-235.
- Ku, K. Y. (2009). Assessing students' critical thinking performance: Urging for measurements using multi-response format. *Thinking Skills and Creativity*, 4(1), 70-76.
- Lai, E. R. (2011). *Critical thinking: A literature review*. *Pearson's Research Reports*, 1-50.
- Macpherson, K., & Owen, C. (2010). Assessment of critical thinking ability in medical students. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 35(1), 41-54.
- Miri, B., David, B. C., & Uri, Z. (2007). Purposely teaching for the promotion of high-order thinking skills: A case of critical thinking. *Research in Science Education*, 37(4), 353-369.

- Moore, T. (2013). Critical thinking: Seven definitions in search of a concept. *Studies in Higher Education*, 38(4), 506-522.
- Muangpanao, N., & Keeratichamroen, W. (2018). Learning achievement and critical thinking ability for grade 11 students using inquiry method management (7E) with concept map. *Academic Services Journal, Prince of Songkla University*, 29(3), 40-49. [in Thai]
- Oliveras, B., Márquez, C., & Sanmartí, N. (2013). The use of newspaper articles as a tool to develop critical thinking in science classes. *International Journal of Science Education*, 35(6), 885-905.
- Partnership for 21st century skills. (2007). *P21 framework definitions*. Retrieved from <http://www.p21.org/about-us/p21-framework>
- Pattaranont, N., & Sengsri S. (2010). Development of learning WebQuest to enhance critical thinking for mathayomsuksa 5 students. *Journal of Education Naresuan University*, 12(2), 95-110. [in Thai]
- Singkha, L., & Suwannoi, P. (2012). The development of grade 11 students' critical thinking and scientific concept in chemistry reaction rate by using predict-observe-explain learning activities. *Journal of Education, Khon Kaen University*, 35(2), 93-102. [in Thai]
- Sukhanthawanit, P., & Sittisomboon, M. (2017). The effect of authentic learning using historical method to promote the critical thinking ability of grade 8 students. *Journal of Education Naresuan University*, 19(4), 188-199. [in Thai]
- Wang, H. H., Chen, H. T., Lin, H. S., Huang, Y. N., & Hong, Z. R. (2017). Longitudinal study of a cooperation-driven, socio-scientific issue intervention on promoting students' critical thinking and self-regulation in learning science. *International Journal of Science Education*, 39(15), 2002-2026.
- Wass, R., Harland, T., & Mercer, A. (2011). Scaffolding critical thinking in the zone of proximal development. *Higher Education Research & Development*, 30(3), 317-328.

บทความวิจัย (Research Article)

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 THE EFFECTS OF MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES BASED ON MATHEMATICAL ARGUMENTATION MODEL ON MATHEMATICAL REASONING ABILITY OF GRADE 5 STUDENTS

Received: April 29, 2020

Revised: June 13, 2020

Accepted: June 23, 2020

กฤตยาณี พ่วงเสือ¹ และวณินทร พูนไพบูลย์พัฒน์^{2*}
Kittayanee Phuangsoo¹ and Wanintorn Poonpaiboonpipat^{2*}

^{1,2}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

^{1,2}Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: wsupap@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม กลุ่มเป้าหมายของการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 9 คน ของโรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ 4 วงจร โดยใช้เวลา 12 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน ใบกิจกรรม แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์ โดยนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและใช้สถิติพื้นฐาน คือ การแจกแจงความถี่และร้อยละ และตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลแบบสามเส้าด้านวิธีการรวบรวมข้อมูล ผลการวิจัยจากใบกิจกรรม พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการให้เหตุผลด้านการหาข้อสรุปของปัญหา สูงกว่าความสามารถในการให้เหตุผลด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการหาข้อสรุปของปัญหาสูงกว่าด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป

คำสำคัญ: รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ รูปสี่เหลี่ยม

Abstract

This research objective was to study mathematical reasoning ability of grade 5 students after learning through mathematical argumentation models in quadrilateral topic. The target group of the research are 9 students grade 5 from a small school in Nakhon Sawan Province. The classroom action research was 4 cycles of PAOR for 12 hours. The research instruments were 4 lesson plans, worksheets, test of mathematical reasoning ability and interview. The data were analyzed by content analysis, frequency distribution and percentage, and then checked for the trustworthiness of the data by methodological triangulation and use the statistics for basic data analysis.

The results from worksheets showed that students can develop their reasoning ability in the conclusion of problems more than justify the reasoning of a conclusion in descending order. While the mathematical reasoning test show that most students can draw conclusions about problems higher than consider the reasoning of conclusions.

Keywords: Mathematical Argumentation Model, Mathematical Reasoning Ability, Quadrilateral

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล มีระบบ มีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผนตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัย และสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (Ministry of Education, 2017, p. 1)

จากการประเมินโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS) เมื่อปี ค.ศ. 2015 ในส่วนของการประเมินวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยด้านเนื้อหาสาระและพฤติกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ความรู้ การบูรณาการความรู้ และการให้เหตุผล (Office of the Education Council, 2011, pp. 8-12) พบว่า นักเรียนไทยได้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ย 431 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่ากลางของการประเมินที่กำหนดไว้ที่ 500 คะแนน (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017, p. 33) เพราะแบบทดสอบของ TIMSS นักเรียนต้องใช้ความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ ให้เหตุผลประกอบ และเขียนอธิบายคำตอบให้ชัดเจนหรืออธิบายยาวๆ จากการวิจัยต่างๆ สอดคล้องกับผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-Net: Ordinary National Educational Test) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความรู้ความคิดของนักเรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 โดยนำผลการทดสอบไปใช้เป็นองค์ประกอบในการจบการศึกษาตามหลักสูตรปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนในโรงเรียน ทั้งนี้ ผลการทดสอบปีการศึกษา 2561 นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศไม่ถึงร้อยละ 50 โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 37.50 โดยสาระที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และจากการเรียนการสอนที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังด้อยความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล การสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่างๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2012, p. 1)

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญโดยเป็นมาตรฐานในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ จะต้องใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่อย่างหลากหลายในการทำความเข้าใจแนวคิด ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด สร้างข้อสรุปหรือข้อสนับสนุนเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิด และแก้ปัญหาเกี่ยวกับแนวคิดนั้นๆ (O'Daffer & Thornquist, 1993, pp. 39-56) และยังเป็นความสามารถของนักเรียนในการแสดงแนวคิด วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาหาข้อสรุปของปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และยืนยันข้อสรุป โดยใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์ หลักฐาน ข้อคาดการณ์ต่างๆ และข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ มาประกอบการอธิบายได้อย่างสมเหตุสมผล ประกอบด้วย ด้านการหาข้อสรุปของปัญหาซึ่งเป็นความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์ แสดงแนวคิดเกี่ยวกับการระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมา

หาข้อสรุปของปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์และด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป ซึ่งเป็นความสามารถของนักเรียนในการยืนยันข้อสรุป โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์มาประกอบการอธิบายความสมเหตุสมผลของข้อสรุป (Winaikosol & Noumnom, 2019, p. 4) นอกจากนี้ Makanong (2010, p. 49) ได้กล่าวว่า มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดที่ว่า การที่นักเรียนได้คำตอบถูกต้องแต่ใช้เหตุผลผิดเป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากเมื่อนักเรียนได้คำตอบถูกต้องแล้วครูอาจไม่ได้ให้ออกาสนักเรียนแสดงเหตุผล ซึ่งทำให้ทั้งครูและนักเรียนไม่ทราบว่าที่ผิดนั้นผิดเพราะเหตุใด ดังนั้นสิ่งที่ดีกว่าการได้คำตอบถูกต้องแต่เหตุผลผิดคือการได้คำตอบที่ผิดแต่สามารถค้นพบอย่างเป็นเหตุเป็นผลว่าอะไรผิดและผิดเพราะเหตุใด

วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออกถึงแนวคิดและเหตุผลวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจ คือ การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Argumentation) ซึ่งการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญในการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Rumsey & Langrall, 2016, pp. 412-419) ช่วยให้นักเรียนได้แสดงแนวคิด อธิบายเหตุผลโต้แย้งข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ในระหว่างการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด ช่วยให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์และเพิ่มทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ (Hiebert et al., 1999, pp. 111-132) โดยแนวทางในการพัฒนาการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์นั้น ครูควรจัดบรรยากาศการเรียนการสอนให้นักเรียนได้มีการพูดอภิปรายและแสดงเหตุผลของตนเองกับเพื่อนร่วมชั้นและครูอย่างมีอิสระ ให้นักเรียนได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลและให้เหตุผลด้วยการเขียนบรรยายหรือการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม ส่งเสริมให้นักเรียนใช้เหตุผลในการตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์และเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหากับเนื้อหาหรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนตลอดการเรียนการสอน (National Council of Teacher of Mathematics, 2000) ซึ่งจะช่วยให้สามารถโต้แย้งวิจารณ์เหตุผลของผู้อื่น สามารถชี้แจงข้อสรุปของตนเองสื่อสารกับคนอื่น ๆ และตอบข้อโต้แย้งของผู้อื่นได้

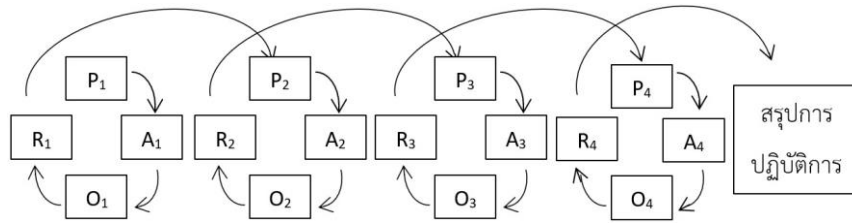
จากความสำคัญและสภาพปัญหาข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Knudsen et al. (2018) โดยมีโครงสร้างการโต้แย้งที่เหมาะสมสำหรับครูและนักเรียน ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การสร้างกรณี 2) การคาดเดา 3) การแสดงเหตุผล 4) การสรุป เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

วิธีการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนตามแบบของ Kemmis (as cited in Kijkuakul, 2014) ซึ่งดำเนินการเป็นวงจรปฏิบัติการที่ต่อเนื่องกัน แต่ละวงจรประกอบด้วยขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ตามลำดับโดยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยทั้งหมด 4 วงจร เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้มาถึงขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากขั้นนี้มาสรุปเป็นแนวทางการออกแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นวางแผนของวงจรปฏิบัติการถัดไป เพื่อพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังภาพ 1



ภาพ 1 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

1. **กลุ่มเป้าหมาย** ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครสวรรค์ เขต 2 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 9 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม จำนวน 4 แผน ได้แก่

1) ชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม 2) การสร้างรูปสี่เหลี่ยม 3) การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม 4) โจทย์ปัญหารูปสี่เหลี่ยม ซึ่งแต่ละแผนมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นความสนใจ และทบทวนความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์จากการอธิบายเนื้อหา เล่นเกม หรือตอบคำถามเพื่อเป็นพื้นฐานในการช่วยให้นักเรียนสร้างกรณีหรือข้อโต้แย้งโดยครูเป็นผู้กำหนดเนื้อหา กำหนดงาน และสถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing) เมื่อครูกำหนดสถานการณ์ปัญหาครูจะแสดงกรณีทั้งหมดที่ครูและนักเรียนสร้างขึ้น แล้วใช้คำถาม เกม กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคาดเดา ครูควรย้าให้นักเรียนหลีกเลี่ยงการตัดสินการคาดเดาของคนอื่น และให้นักเรียนเขียนรายงานแสดงการคาดเดาของตนเอง

ขั้นที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying) ครูจัดแสดงลำดับการคาดเดาของนักเรียนทั้งชั้น แล้วเลือกทีละประเด็นให้นักเรียนพิสูจน์ ให้เหตุผล โดยใช้คำถามผลักดันให้เห็นถึงขั้นตอนและวิธีการหาคำตอบและมุ่งเน้นไปที่การให้เหตุผล เมื่อนักเรียนแสดงถึงการคาดเดาแล้วจะต้องมองหาสาเหตุ และเหตุผลที่ทำให้การคาดเดานั้นเป็นจริง พร้อมอธิบายแสดงวิธีที่แตกต่าง เช่น วาดรูป สร้างตาราง หรือกราฟ ขั้นนี้นักเรียนสามารถพิสูจน์ วิเคราะห์เหตุผลของเพื่อนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเหตุผลโดยการโต้แย้ง

ขั้นที่ 4 การสรุป (Concluding) ครูอภิปรายผลการโต้แย้ง สะท้อนผลการปรับปรุงการเขียนของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ประเมินสิ่งที่เรียนรู้ และปรับปรุงแก้ไขรายงาน ขั้นนี้นักเรียนร่วมกันตัดสินใจว่าการคาดเดาเป็นจริงหรือเท็จ บนพื้นฐานของการให้เหตุผลจากการโต้แย้ง และเขียนรายงานสรุปการโต้แย้ง การคาดเดา และการแสดงเหตุผลของตนเองจากกิจกรรม และปรับปรุงแก้ไขรายงานจากการอภิปรายผลตามคำแนะนำ

ผู้วิจัยนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ประกอบไปด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา ตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผลโดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นในแบบประเมิน พบว่า มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.34 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวม เท่ากับ 0.22 ซึ่งถือว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมมากและสามารถนำไปใช้ได้ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ 1) ควรปรับขั้นการสร้างกรณีในแผนที่ 1 “การจำแนกภาพ” ควรนำรูปสี่เหลี่ยมทั้ง 6 ชนิดมาให้นักเรียนฝึกจำแนก เพื่อให้นักเรียนได้เห็นลักษณะ

ของรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่างๆ จะได้เชื่อมโยงถึงสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม 2) ควรปรับกระบวนการนำไปสู่การคาดเดาของนักเรียนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยครูอาจชี้แนะความคิด หรือการคาดเดาที่หลากหลายที่นำไปสู่การแสดงผลและการอภิปรายโต้แย้งได้

2.2 ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนเขียนบันทึกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ทุกครั้งที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งข้อคำถามในแต่ละใบกิจกรรมจะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงผลโดยลักษณะของการบันทึกเป็นการเขียนตอบแบบอิสระ ผู้วิจัยนำใบกิจกรรมให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมพร้อมกับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ 1) ปรับเพิ่มเฉลยในใบกิจกรรมบางส่วนเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมต่างๆ ถ้าให้นักเรียนเขียนตอบเองทั้งหมดเวลาอาจจะไม่พอ และนักเรียนอาจจะไม่เขียนคำตอบลงไปใบกิจกรรม 2) ปรับการตั้งคำถามในใบกิจกรรมให้เจาะจงมากขึ้น เช่น จากเดิมใช้คำถามว่า ให้นักเรียนคาดเดาวิธีการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ปรับเป็น ให้นักเรียนคาดเดาวิธีการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนที่แตกต่างกันโดยไม่ใช้การนับช่องตารางให้ได้จำนวนวิธีที่มากที่สุด

2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบอัตนัยแสดงวิธีทำรวมทั้งสิ้น 8 ข้อ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อคำถามเกี่ยวกับความสามารถในการหาข้อสรุปของปัญหา และความสามารถในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป ที่มีแนวคำถามให้นักเรียนได้เขียนแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้เขียนอธิบายถึงที่มาของการได้มาซึ่งคำตอบ หรือเขียนแสดงที่มาของข้อคาดการณ์ของคำตอบที่ได้พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ตรวจแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสม พบว่า ข้อสอบทุกข้อมีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) เป็น 1.00 ซึ่งถือว่ามีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

3.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ตามชั่วโมงปกติของโรงเรียน โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง

3.3 ในระหว่างทำกิจกรรมการเรียนรู้ จะแบ่งกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถจำนวน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน แต่ละกลุ่มจะร่วมกันศึกษาและเขียนคำตอบหรือแสดงวิธีคิดลงในใบกิจกรรมทุกครั้งในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 4 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เวลาในการทดสอบ 2 ชั่วโมง

3.4 เมื่อดำเนินการทำแบบทดสอบแล้ว ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนที่ไม่สามารถเขียนคำตอบได้ครบทุกข้อ และบันทึกลงในแบบสัมภาษณ์ โดยใช้คำถามเดียวกันกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำคำตอบมาศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน

3.5 นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

4. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) จากคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3 ทั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งความสามารถที่นักเรียนแสดงออกในแต่ละระดับ ตามองค์ประกอบย่อยของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 1 จากนั้นผู้วิจัยนับจำนวนกลุ่มนักเรียนแล้วคำนวณเป็นค่าร้อยละในแต่ละระดับ แล้วรายงานผลในรูปของความถี่ ร้อยละ และความเรียง

ตาราง 1 แสดงการจำแนกระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์	รหัส (Code)	ระดับ/คำนิยาม
ด้านการหาข้อสรุปของ ปัญหา	RC1	ระดับ 1: นักเรียนไม่สามารถสร้างข้อสรุปของปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่มีการอธิบายเหตุผลประกอบที่มาของข้อสรุปได้ถูกต้องบางส่วน หรือนักเรียนสามารถสร้างข้อสรุปของปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่มีการอธิบายเหตุผลประกอบที่มาของข้อสรุปหรืออธิบายเหตุผลประกอบที่มาของข้อสรุปไม่ถูกต้อง
	RC2	ระดับ 2: นักเรียนสามารถสร้างข้อสรุปของปัญหาได้อย่างถูกต้องโดยมีการอธิบายเหตุผลประกอบที่มาของข้อสรุปได้บางส่วน
	RC3	ระดับ 3: นักเรียนสามารถสร้างข้อสรุปของปัญหาได้อย่างถูกต้องโดยมีการอธิบายเหตุผลประกอบที่มาของข้อสรุปได้อย่างชัดเจน
ด้านการพิจารณาความ สมเหตุสมผลของข้อสรุป	RJ1	ระดับ 1: นักเรียนไม่สามารถยืนยันข้อสรุปของปัญหาได้ถูกต้อง แต่มีการอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์มาประกอบการอธิบายความสมเหตุสมผลของข้อสรุปได้ถูกต้องทั้งหมด หรือนักเรียนสามารถยืนยันข้อสรุปของปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่มีการอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์มาประกอบการอธิบายความสมเหตุสมผลของข้อสรุป
	RJ2	ระดับ 2: นักเรียนสามารถยืนยันข้อสรุปของปัญหาได้อย่างถูกต้อง และอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์มาประกอบการอธิบายความสมเหตุสมผลของข้อสรุปได้ถูกต้องบางส่วน
	RJ3	ระดับ 3: นักเรียนสามารถยืนยันข้อสรุปของปัญหาได้อย่างถูกต้อง และอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์มาประกอบการอธิบายความสมเหตุสมผลของข้อสรุปได้ถูกต้องทั้งหมด

4.2 ผู้วิจัยตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการสามเส้า (Triangulation) แบบใช้เครื่องมือวิจัยมากกว่าหนึ่งชนิด (Methodological Triangulation) ได้แก่ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์และสรุปผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ อย่างไร

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้แสดงผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็น 2 ด้าน คือ ด้านการหาข้อสรุปของปัญหาและด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป โดย ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้จากใบกิจกรรมเป็นรายกลุ่ม จำนวน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ดังตาราง 2 และผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นรายบุคคล จำนวน 9 คน โดยใช้เวลาทำแบบทดสอบทั้งหมด 2 ชั่วโมง และเนื่องจากนักเรียนจำนวน 2 คน ไม่สามารถเขียนคำตอบได้ทันเวลา ผู้วิจัยจึงใช้การสัมภาษณ์โดยใช้คำถามเดียวกันกับแบบทดสอบ ผลการวิจัยจากแบบทดสอบแสดงดังตาราง 3

ตาราง 2 แสดงจำนวนนักเรียนรายกลุ่มตามระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรม

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่	ความสามารถรายด้าน	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ(ร้อยละ)		
		ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
1	1. ด้านการหาข้อสรุปของปัญหา	0 (0.00)	1 (33.33)	2 (66.67)
	2. ด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป	0 (0.00)	1 (33.33)	2 (66.67)
2	1. ด้านการหาข้อสรุปของปัญหา	0 (0.00)	3 (100.00)	0 (0.00)
	2. ด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป	0 (0.00)	1 (33.33)	2 (66.67)
3	1. ด้านการหาข้อสรุปของปัญหา	2 (66.67)	1 (33.33)	0 (0.00)
	2. ด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป	1 (33.33)	2 (66.67)	0 (0.00)
4	1. ด้านการหาข้อสรุปของปัญหา	3 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	2. ด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป	2 (66.67)	1 (33.33)	0 (0.00)

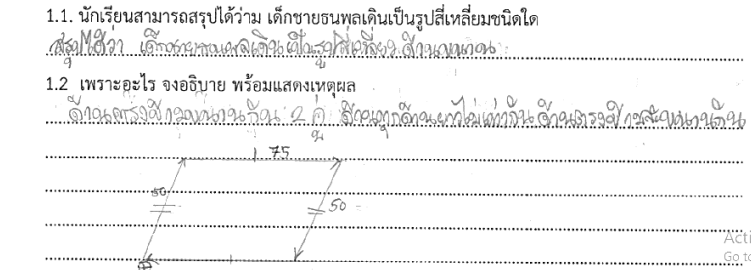
ตาราง 3 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากแบบทดสอบ

ความสามารถรายด้าน	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)		
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
1. ด้านการหาข้อสรุปของปัญหา	4 (44.44)	3 (33.33)	2 (22.22)
2. ด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป	2 (22.22)	4 (44.44)	3 (33.33)

จากตาราง 2 และ 3 ผู้วิจัยได้พิจารณาความสอดคล้องของระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรม และการทำแบบทดสอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านการหาข้อสรุปของปัญหาจากใบกิจกรรมในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 - 4 อยู่ในระดับ 1, 2, 3 และ 3 ตามลำดับ ด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 - 4 อยู่ในระดับ 1, 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่านักเรียนมีพัฒนาการการหาข้อสรุปของปัญหาสูงกว่าด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป และจากแบบทดสอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้เหตุผลด้านการหาข้อสรุปของปัญหาอยู่ในระดับ 3 ดังภาพ 2 และด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับ 2 จะเห็นได้ว่านักเรียนมีความสามารถด้านการหาข้อสรุปของปัญหา สูงกว่าด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป

1. เด็กชายธนพลวิ่งออกกำลังกายออกจากบ้านไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือระยะทาง 50 เมตร เลี้ยวขวาไปทางทิศตะวันออก 75 เมตร แล้ววิ่งกลับมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นระยะทาง 50 เมตร จากนั้นวิ่งกลับบ้านไปทางทิศตะวันตก

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้



ภาพ 2 แสดงความสามารถในการให้เหตุผลด้านการหาข้อสรุปของปัญหา

ภาพ 2 นักเรียนสามารถสร้างข้อสรุปของปัญหาได้ถูกต้องโดยสรุปว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และมีการอธิบายเหตุผลประกอบอย่างชัดเจน โดยการวาดรูป และเขียนอธิบายสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่วาดได้ถูกต้อง จึงมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านการหาข้อสรุปของปัญหาอยู่ในระดับ 3

สรุปและอภิปรายผล

เมื่อพิจารณาระดับความก้าวหน้าของความสามารถในการให้เหตุผลรายด้านจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน ดังนี้

1. นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถด้านการหาข้อสรุปของปัญหาจากใบกิจกรรมเพิ่มขึ้นในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งแผนสุดท้ายนักเรียนทุกกลุ่มสามารถสร้างข้อสรุปของปัญหาได้อย่างถูกต้องโดยมีการอธิบายเหตุผลประกอบที่มาของข้อสรุปได้อย่างชัดเจน และจากแบบทดสอบโดยรวมนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับ 3 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มซึ่งจะปรึกษากันและหาข้อสรุปในกลุ่มอยู่ตลอดเวลา ในขั้นที่ 1 การสร้างกรณี เริ่มจากผู้วิจัยทบทวนเนื้อหาโดยใช้คำถาม และให้นักเรียนได้สำรวจ สังเกต และสร้างกรณีเพื่อรวบรวมข้อมูลและสรุปกรณีที่แตกต่างกันจากใบกิจกรรมต่างๆ เช่น นักเรียนได้ฝึกสำรวจ สังเกต และหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนและสี่เหลี่ยมด้านขนาน โดยใช้วิธีการนับช่องตาราง ขั้นที่ 2 การคาดเดา ผู้วิจัยกำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทาย เช่น ถ้านักเรียนต้องการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนและสี่เหลี่ยมด้านขนาน โดยไม่ใช้การนับช่องตารางนักเรียนสามารถหาพื้นที่ได้โดยวิธีใดบ้าง เพื่อนักเรียนจะได้นำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์ความรู้ต่างๆ และข้อมูลที่ได้รวบรวมจากขั้นการสร้างกรณี มาคาดเดาคำตอบและสรุปคำตอบที่ได้คาดเดาไว้ ขั้นที่ 3 การแสดงเหตุผล เมื่อนักเรียนคาดเดาคำตอบแล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องร่วมกันแสดงแนวคิด ทฤษฎี สมบัติ กฎ หรือสูตรต่างๆ และสรุปเหตุผลประกอบการคาดเดาของกลุ่มตนเอง ขั้นที่ 4 การสรุปผล นักเรียนทุกคนจะได้ร่วมกันสรุปและตัดสินใจว่าผลงานกลุ่มใดถูกต้องที่สุด จากการที่ตรวจสอบเหตุผล ความสมเหตุสมผล และพิสูจน์ความถูกต้องของคำตอบผ่านการนำเสนอผลงาน วิพากษ์ และอภิปรายโต้แย้งร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Warren and Cooper (2008) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะสามารถส่งเสริมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้นั้น ควรที่จะเริ่มต้นจากการที่ให้นักเรียนสังเกตและทำความเข้าใจปัญหา หาความสัมพันธ์และความแตกต่างของรูปแบบในสถานการณ์ปัญหานั้น ซึ่งเมื่อนักเรียนเริ่มจะเข้าใจหรือมองเห็นความสัมพันธ์ในสถานการณ์ปัญหานั้นแล้วนักเรียนจะเรียนรู้ที่จะสร้างข้อคาดการณ์ หาเหตุผลเพื่อได้มาซึ่งข้อสรุปในกรณีทั่วไปได้

2. นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป จากใบกิจกรรมเพิ่มขึ้นในแต่ละวงจร และจากแบบทดสอบโดยรวมนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับ 2 จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทาง

คณิตศาสตร์ ในชั้นที่ 3 การแสดงเหตุผล เมื่อนักเรียนได้คาดเดาคำตอบจากปัญหาหรือสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ นักเรียนต้องเขียนแสดงเหตุผลประกอบข้อคาดเดาที่นักเรียนได้เขียนไว้ ซึ่งนักเรียนมีจำนวนกลุ่มน้อย การคาดเดาจึงน้อยและมีประเด็นในการโต้แย้งไม่มากเท่าที่ควร ทำให้การตรวจสอบเหตุผล การพิจารณาความสมเหตุสมผล และความถูกต้องของคำตอบแต่ละกลุ่มโดยการวิพากษ์โต้แย้งกลุ่มของคนอื่นที่นักเรียนต้องแสดงการพิสูจน์จึงมีน้อยลงตามไปด้วย ชั้นที่ 4 การสรุป นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการโต้แย้งความสมเหตุสมผลของคำตอบ เพื่อนำมาตัดสินใจหาข้อสรุปที่ถูกต้องมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Yoosook (2012) ที่กล่าวว่า การให้เหตุผลผ่านการอธิบายและเขียนบรรยายเกี่ยวกับข้อคาดการณ์หรือข้อสรุปไปสู่การตัดสินใจหรือยืนยันข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อมีจำนวนกลุ่มของนักเรียนที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากนักเรียนจะมีแนวคิดที่หลากหลาย ส่งเสริมบรรยากาศให้นักเรียนได้เสนอความคิดที่แตกต่างกัน และได้เพิ่มประเด็นการโต้แย้งกันมากขึ้น และครูควรมีคำถามที่คอยกระตุ้นหรือให้กำลังใจกับนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรม หากนักเรียนประสบปัญหาครูไม่ควรจะชี้นำคำตอบแต่ควรตั้งคำถามในเชิงคำตอบ

1.2 ประเด็นที่สำคัญสำหรับการโต้แย้งเกี่ยวกับเรื่องรูปสี่เหลี่ยม คือ ลักษณะของรูปสี่เหลี่ยม เนื่องจากเป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกชนิดและสมบัติ การสร้าง การหาพื้นที่ และการแก้โจทย์ปัญหาและการแสดงเหตุผลประกอบข้อคาดการณ์ ดังนั้นครูควรคาดการณ์คำตอบที่เป็นไปได้ เพื่อจะได้ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอภิปรายโต้แย้งและแสดงเหตุผลได้ครบถ้วน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพราะรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เน้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดอย่างอิสระ สามารถตอบได้อย่างหลากหลายจากปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา และนักเรียนต้องใช้ความสามารถในการสื่อสารค่อนข้างมากตลอดการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งการพูด และการเขียนเพื่อแสดงเหตุผล

References

- Hiebert, J., Stigler, J., Jennifer, K. W., Jacobs, Givvin, B. K., Garnier, H., Smith, M., Hollingsworth, H., Manaster, A., Wearne, D., & Gallimore, R. (2005). Mathematics teaching in the United States today (and tomorrow): results from the TIMSS 1999 video study. *American Educational Research Association*, 27(2), 111-132.
- Kijkuakul, S. (2014). *Learning science directions for teachers in the 21st century*. Phetchabun: Juldiskampim. [in Thai]
- Knudsen, J., Stevens, H., Meloy, T., Kim, H., & Shechtman, N. (2018). *Mathematical Argumentation in Middle School—The What, Why, and How*. California: Corwin.
- Makanong, A. (2010). *Mathematical Skills and Processes: The development of development skill*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Ministry of Education. (2017). *Indicators and core curriculum for mathematics learning (revised B.E. 2560) Basic education core curriculum BE 2551*. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand. [in Thai]
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principle and standards for school mathematics*. Reston, Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.

- O'Daffer, P. G., & Thornquist, B. A. (1993). Critical thinking mathematical reasoning and proof. In Patricia S. Wilson (Ed.), *Research ideas for the classroom: High school mathematics* (pp. 39-56). New York: Macmillan Publishing Company.
- Office of the Education Council. (2011). *A guide to building knowledge and understanding for director teachers and students to prepare for assessment according to the International Research Project (PISA and TIMSS)*. Bangkok: Prikwan Graphic. [in Thai]
- Rumsey, C., & Langrall, C. W. (2016). Promoting mathematical argumentation. *Teaching Children Mathematics*, 22(7), 412-419.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2012). *mathematical skills and processes*. Bangkok: 3QMedia Company. [in Thai]
- The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). *Research Report of TIMSS 2015*. Retrieved August 12, 2019, from <http://timssthailand.ipst.ac.th/timss/reports> [in Thai]
- Warren, E., & Cooper, T. J. (2008). Patterns That Support Early Algebraic Thinking in the Elementary School. In *Algebra and Algebraic thinking in school mathematics*. Edited by Carole E. G. & Rheta R. USA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Winaikosol, T., & Noumnom, P. (2019). Effects of organizing mathematics learning activities sing STEIN's model on mathematical knowledge and reasoning abilities of ninth grade students. *An Online Journal of Education*, 14(1), 1-16. [in Thai]
- Yoosook, W. (2012). *Development of mathematical reasoning ability and creativity of tenth grade students using mathematical extra-curricular activities and experiential learning cycle* (Master thesis). Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]

บทความวิจัย (Research Article)

การศึกษาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต ของนักเรียนประถมศึกษา

A STUDY OF A CAUSAL RELATIONSHIP MODEL OF FACTORS AFFECTING LIFELONG LEARNERS ATTRIBUTES OF PRIMARY STUDENTS

Received: April 7, 2020

Revised: June 21, 2020

Accepted: June 23, 2020

กฤษพร อยู่สวัสดิ์^{1*} วรรัตน์ ปทุมเจริญวัฒนา² และธีรศักดิ์ ศรีสุรกุล³
Krisporn Yoosawat¹ Worarat Pathumcharoenwattana² and Teerasak Srisurakul³

^{1,2}คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

^{1,2}Faculty of Education, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

³วิทยาลัยราชสุดา มหาวิทยาลัยมหิดล

³Ratchasuda College, Mahidol University, Nakhon Pathom 73170, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: krisporn.y@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา กับข้อมูลเชิงประจักษ์ และ 2) เพื่อศึกษาอิทธิพลของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา โดยกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานคร ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 2,990 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบสอบถามปัจจัยด้านโรงเรียน แบบสอบถามปัจจัยด้านนักเรียน แบบสอบถามปัจจัยด้านครอบครัว และแบบสอบถามการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22 - 0.69 มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.95 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน และการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสาเหตุด้วยโปรแกรมลิสเรล ผลการวิจัย พบว่า 1) โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ($\chi^2 = 57.56$, $df = 44$, $p = .08$, $GFI = 1.00$, $AGFI = 0.99$, $CFI = 1.00$, $RMSEA = 0.01$, $SRMR = 0.00$) และ 2) การเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตได้รับอิทธิพลทางตรงจากปัจจัยด้านนักเรียนสูงสุด รองลงมา คือ ปัจจัยด้านโรงเรียน และปัจจัยด้านครอบครัว ตามลำดับ โดยทั้งสามปัจจัยสามารถร่วมกันอธิบายการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตได้ร้อยละ 72.00

คำสำคัญ: การเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต โมเดลเชิงสาเหตุ นักเรียนประถมศึกษา

Abstract

The objectives of this research were: 1) to examine the congruence between a causal relationship model of factors affecting lifelong learners attributes of primary students with the empirical data, and 2) to study the influence of a causal relationship model of factors affecting lifelong learners attributes of primary students. The sample of this research was two thousand nine hundred ninety of primary students at Office of the Basic Education Commission in Bangkok by simple random sampling. The research instruments were comprised of school factor questionnaire, student factor questionnaire, family factor questionnaire and lifelong learner questionnaire with discrimination ranging from 0.22-0.69 and the validity coefficient to 0.95. The data were analyzed by confirmatory factor analysis, and analyzed causal factors affecting by LISREL program. Research results were as follows: 1) The causal relationship model of factors affecting lifelong learners attributes of primary students was congruent with empirical data. The data analysis revealed the validation of fitted model yielded a Chi-square of 57.56, p -value = 0.08, df = 44, GFI = 1.00, AGFI = 0.99, CFI = 1.00, RMSEA = 0.01 and SRMR = 0.00. 2) The causal factor maximum directly influenced to the lifelong learners attributes was student factor, and the next were school factor and family factor respectively. All three of these factors jointly can explain 72.00% of lifelong learners attributes.

Keywords: Lifelong Learner, Causal Relationship Model, Primary Students

บทนำ

สถานการณ์ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการแข่งขันทางเศรษฐกิจเพิ่มมากขึ้น สังคมมีการเชื่อมโยงใกล้ชิดกันมากขึ้นเป็นสภาพไร้พรมแดน การพัฒนาเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้การเรียนรู้และการศึกษาไม่มีคุณภาพ ทำให้บุคคลมีความรู้ ทักษะ และทักษะที่ไม่เหมาะสม มีปัญหาด้านคุณธรรมจริยธรรม มีพฤติกรรมที่ไม่เคารพสิทธิของผู้อื่น และยึดเอาผลประโยชน์ส่วนตัวเป็นหลัก ทำให้เกิดผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตของบุคคลเป็นอย่างมาก ซึ่งแผนยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. 2561 - 2579) ได้มุ่งเน้นพัฒนาคนให้มีทักษะความรู้ความสามารถ มีความสามารถในการวางแผนชีวิตและมีความสามารถในการดำเนินชีวิตได้อย่างมีคุณค่า มีจิตใจใฝ่เรียนรู้ด้วยตนเองในทุกที่ทุกเวลา เพื่อปรับปรุงและพัฒนาตนเองให้พร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (Office of the Education Council, 2018, pp. 108-109) ส่วนแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) ได้ให้ความสำคัญของการวางรากฐานและพัฒนาคนให้มีสุขภาพกายและใจที่ดี มีทักษะทางสมอง ทักษะการเรียนรู้ และทักษะชีวิตให้มีคุณธรรมจริยธรรม มีระเบียบวินัย มีจิตสำนึกต่อส่วนรวม มีทักษะความรู้ความสามารถเพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (Office of the National Economics and Social Development Council, 2018, p.1, 8, 63)

การเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learner) เป็นการที่บุคคลมีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องในทุกช่วงชีวิต ตั้งแต่อายุในครรภ์ มารดาจนถึงสิ้นอายุขัย โดยนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับในแต่ละช่วงวัยไปใช้ในการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสม (Panakun, 2006, p. 89) ซึ่งมีนักวิชาการกล่าวถึงการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตไว้อย่างหลากหลาย อาทิ Cropley (1987, p. 3070) กล่าวว่า ผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตเป็นการที่บุคคลมีมุมมองเชิงบวกต่อการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ทำให้ตนเองสามารถจัดการแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้บุคคลมีการแสวงหาความรู้อยู่ตลอดเวลาส่วน Charoenwongsak (2001, pp. 30-32) กล่าวว่า การเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตเป็นการที่บุคคลมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ โดยมีการแสวงหาความรู้จากแหล่งข้อมูลสารสนเทศอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิตส่วน Charunkaikkul (2014, p. 80) ได้กล่าวว่า การเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตเป็นการที่บุคคลตระหนักถึงความสำคัญในการเรียนรู้ ทำให้บุคคลมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน เข้าร่วมกิจกรรมเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองอย่างต่อเนื่อง และ Ueangchokchai (2015, pp. 16-17) ได้กล่าวเพิ่มเติมถึงการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต เป็นการที่บุคคลมีความต้องการทำเป้าหมายของตนเองให้สำเร็จด้วยการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ เพื่อตอบสนองความต้องการของตนเอง มีการพัฒนาด้านตนเองตามเป้าหมายที่กำหนดไว้และ

สามารถดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุข ดังนั้น การเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาบุคคล โดยบุคคลที่มีนิสัยรักการเรียนรู้ตลอดชีวิต ย่อมมีความสนใจใฝ่เรียนรู้ในเรื่องราวที่หลากหลาย เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น บุคคลย่อมมีการคิดและแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเอง และมีความสุขในการดำเนินชีวิตมากขึ้น (Panyarot, 2011)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต โดย Sitsirat (2010, p. 72) ได้ทำการศึกษาโมเดลปัจจัยเชิงเหตุส่งผลต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตของนิสิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผลการวิจัย พบว่า โมเดลปัจจัยเชิงเหตุส่งผลต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลประจักษ์ โดยการเรียนรู้ตลอดชีวิตได้รับอิทธิพลทางตรงจากการเรียนรู้ด้วยตนเองและสภาพแวดล้อมในสถานศึกษา ส่วนการเรียนรู้ด้วยตนเองได้รับอิทธิพลทางตรงจากจิตลักษณะสภาพแวดล้อมในสถานศึกษา และสภาพแวดล้อมในครอบครัว ตามลำดับ ส่วน Songseree and Kijthorntham (2016, p. 176) ได้ทำการศึกษาปัจจัยทางจิตสังคมที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัย พบว่า 1) ปัจจัยทางจิตส่งผลต่อพฤติกรรมใฝ่เรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ส่งผลต่อพฤติกรรมใฝ่เรียนรู้สูงสุด รองลงมา คือ เจตคติที่ดีต่อพฤติกรรมใฝ่เรียนรู้ และลักษณะมุ่งอนาคตและควบคุมตน ตามลำดับ และ 2) ปัจจัยทางจิตและสังคมส่งผลต่อพฤติกรรมใฝ่เรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ส่งผลต่อพฤติกรรมใฝ่เรียนรู้สูงสุด รองลงมา คือ เจตคติที่ดีต่อพฤติกรรมใฝ่เรียนรู้ สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับเพื่อน และลักษณะมุ่งอนาคตและควบคุมตน ตามลำดับ และ Suksabay (2017, p. 133) ได้ทำการศึกษาโมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณลักษณะผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4-6 โรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ผลการวิจัย พบว่า โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณลักษณะผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยคุณลักษณะผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตได้รับอิทธิพลทางตรงจากปัจจัยส่วนบุคคลและปัจจัยด้านโรงเรียน และปัจจัยส่วนบุคคลได้รับอิทธิพลทางตรงจากปัจจัยด้านครอบครัวและปัจจัยด้านโรงเรียน ตามลำดับ ซึ่งจากงานวิจัยในช่วงต้นชี้ให้เห็นว่า ปัจจัยด้านครอบครัวและปัจจัยด้านโรงเรียนส่งผลต่อปัจจัยนักเรียน ส่วนปัจจัยด้านนักเรียน ปัจจัยด้านครอบครัว และปัจจัยด้านโรงเรียนส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา มาสร้างเป็นโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปร ซึ่งเป็นภาพที่ชัดเจนและลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ผลการวิจัยเป็นแนวทางให้กลุ่มคนที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้บริหารโรงเรียน ครู ผู้ปกครอง ได้ร่วมมือกันในการส่งเสริมและพัฒนาการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตให้กับนักเรียนประถมศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา กับข้อมูลเชิงประจักษ์
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ที่มุ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเหตุและตัวแปรผล (Causal Relationship Modeling) เพื่อศึกษาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา โดยมีรายละเอียดของวิธีการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานคร จำนวน 37 โรงเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 3,404 คน (Technology Group of Office of the Basic Education Commission, 2019)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานคร ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับฉลากเพื่อเลือกโรงเรียน จำนวน 34 โรงเรียน และทำการเก็บข้อมูลกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3,313 คน ได้แบบสอบถามที่ตอบครบถ้วนสมบูรณ์นำมาทำการวิเคราะห์จำนวน 2,990 คน (คิดเป็นร้อยละ 90.25 ของจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด)

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

2.1 ตัวแปรแฝงภายนอก (Exogenous Latent Variable) มีจำนวน 2 ตัวแปร ดังนี้

2.1.1 ปัจจัยด้านโรงเรียน มีจำนวน 4 ด้าน ประกอบด้วย บรรยากาศในชั้นเรียน สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับครู สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับเพื่อน และการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.1.2 ปัจจัยด้านครอบครัว มีจำนวน 2 ด้าน ประกอบด้วย การสนับสนุนของครอบครัว และสัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับผู้ปกครอง

2.2 ตัวแปรแฝงภายใน (Endogenous Variables) มีจำนวน 2 ตัวแปร มีดังนี้

2.2.1 ปัจจัยด้านนักเรียน มีจำนวน 4 ด้าน ประกอบด้วย ความเชื่ออำนาจแห่งตน การมุ่งอนาคต การเห็นคุณค่าในตนเอง และการรู้จักตนเอง

2.2.2 การเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต มีจำนวน 5 ด้าน ประกอบด้วย เจตคติต่อการเรียนรู้ แรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ ความสามารถในการเรียนรู้ ทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และความสามารถในการสื่อสาร

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบสอบถามปัจจัยด้านโรงเรียน แบบสอบถามปัจจัยด้านนักเรียน แบบสอบถามปัจจัยด้านครอบครัว และแบบสอบถามการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต มีลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มีจำนวน 5 ระดับ ประกอบด้วย มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด โดยผู้วิจัยมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

3.1 ผู้วิจัยทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตจากนั้นทำการสร้างแบบสอบถามและนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถาม

3.2 ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนรู้ตลอดชีวิตจำนวน 4 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านเด็กประถมศึกษา จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยทางการศึกษาจำนวน 1 ท่าน รวมทั้งหมดจำนวน 7 ท่าน เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.79 - 0.90 จากนั้นผู้วิจัยทำการปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.3 ผู้วิจัยนำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เป็นประชากร ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 57 คน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยใช้การหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item - Total Correlation) โดยการคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบสอบถามโดยรวมมีค่าเกิน 0.70 ขึ้นไป (Hair et al., 2010 p. 91) ซึ่งหาได้จากค่าสัมประสิทธิ์ของแอลฟาของครอนบาค (Coefficient Cronbach's Alpha) ดังตาราง 1

ตาราง 1 ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบสอบถาม (n=57)

แบบสอบถาม	จำนวนข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเที่ยง
แบบสอบถามปัจจัยด้านโรงเรียน	28	0.20 - 0.56	0.86
แบบสอบถามปัจจัยด้านนักเรียน	17	0.29 - 0.61	0.85
แบบสอบถามปัจจัยด้านครอบครัว	15	0.34 - 0.69	0.88
แบบสอบถามการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต	33	0.29 - 0.61	0.91
แบบสอบถามทั้งฉบับ	93	0.22 - 0.69	0.95

3.4 ผู้วิจัยทำการปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามจนสมบูรณ์แล้วไปเก็บข้อมูลจริงกับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานคร

3.5 ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่กลุ่มตัวอย่างตอบครบถ้วนสมบูรณ์ จำนวน 2,990 คน มาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของตัวแปรแฝงปัจจัยด้านโรงเรียน ปัจจัยด้านครอบครัว ปัจจัยด้านนักเรียนและการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตโดยใช้โปรแกรมลิสเรล (LISREL) ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัด (n = 2,990)

โมเดลการวัด	SC	t	CR
โมเดลการวัดปัจจัยด้านโรงเรียน	0.70 - 0.88	41.44** - 52.80**	0.49 - 0.77
โมเดลการวัดปัจจัยด้านนักเรียน	0.64 - 0.78	32.27** - 42.42**	0.41 - 0.61
โมเดลการวัดปัจจัยด้านครอบครัว	0.84 - 0.91	55.24** - 63.52**	0.70 - 0.82
โมเดลการวัดการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต	0.71 - 0.90	40.42** - 60.59**	0.51 - 0.81

SC: ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน, t: ค่าสถิติที, CR: ค่าความเชื่อมั่นเชิงโครงสร้าง

**p<.01

จากตาราง 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัด พบว่า โมเดลการวัดปัจจัยด้านโรงเรียน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.70 - 0.88 มีความความแปรผันร่วมกับโมเดลการวัดปัจจัยด้านโรงเรียน ร้อยละ 49 - 77 โมเดลการวัดปัจจัยด้านนักเรียน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.64 - 0.78 มีความความแปรผันร่วมกับโมเดลการวัดปัจจัยด้านนักเรียนร้อยละ 41 - 61 โมเดลการวัดปัจจัยด้านครอบครัว มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.84 - 0.91 มีความความแปรผันร่วมกับโมเดลการวัดปัจจัยด้านครอบครัวร้อยละ 70 - 82 และโมเดลการวัดการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.71 - 0.90 มีความความแปรผันร่วมกับโมเดลการวัดร้อยละ 51-81

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ดังนี้

4.1 ผู้วิจัยติดต่อขอหนังสือขอความร่วมมือจากการวิจัยจากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยถึงผู้อำนวยการโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานคร เพื่อขออนุญาตวิเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามกับนักเรียนประถมศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.2 ผู้วิจัยนำหนังสือขอความร่วมมือจากการวิจัยที่ได้จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานคร เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามกับนักเรียนประถมศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563

4.3 ผู้วิจัยนำแบบสอบถามไปเก็บข้อมูลจริงกับนักเรียนประถมศึกษาโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานคร ตามวันและเวลาที่กำหนดไว้

4.4 ผู้วิจัยทำการตรวจสอบของแบบสอบถามทุกชุด ได้แบบสอบถามจำนวนทั้งหมด 2,990 ชุด คิดเป็นร้อยละ 90.25 ของแบบสอบถามจำนวนทั้งสิ้น 3,313 ชุด

4.5 ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ตอบครบถ้วนสมบูรณ์มาทำการวิเคราะห์โมเดลสมการเชิงโครงสร้างต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา ด้วยการวิเคราะห์โมเดลสมการเชิงโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) โดยใช้วิธีการประมาณค่าความเป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood: ML) ซึ่งพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ (χ^2) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index: GFI) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index: AGFI) ค่าดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ (Comparative Goodness of Fit Index: CFI) ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ (Root Mean Square Error of Approximation: RMSEA) และค่าดัชนีรากมาตรฐานของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือ (Standard Root Mean Square Residual: SRMR) (Suksawang, 2013, pp. 15-16)

ผลการวิจัย

1. การตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา กับข้อมูลเชิงประจักษ์ได้ผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา กับข้อมูลเชิงประจักษ์ Suksawang (2013, p.15-16)

ดัชนี	เกณฑ์	ค่าสถิติในโมเดล	ผลการพิจารณา
χ^2	ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หรือสัดส่วน χ^2 / df ไม่เกิน 2.00	$\chi^2 = 57.56, df = 44, p = .08$ $57.56/44 = 1.30$	ผ่านเกณฑ์ ผ่านเกณฑ์
GFI	มากกว่า 0.90	1.00	ผ่านเกณฑ์
AGFI	มากกว่า 0.90	0.99	ผ่านเกณฑ์
CFI	มากกว่า 0.95	1.00	ผ่านเกณฑ์
RMSEA	น้อยกว่า 0.05	0.01	ผ่านเกณฑ์
SRMR	น้อยกว่า 0.05	0.00	ผ่านเกณฑ์

จากตาราง 3 พบว่า โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยในดัชนีในกลุ่มสมบูรณ์ พบว่า ค่าไค-สแควร์ (χ^2) เท่ากับ 57.56 $df = 44, p = .08$, ค่า GFI = 1.00, ค่า AGFI = 0.99, ค่า RMSEA = 0.01, ค่า SRMR = 0.00 ส่วนในดัชนีกลุ่มเปรียบเทียบ พบว่า ค่า CFI=1.00 เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ตามสอดคล้อง พบว่า ค่าไค-สแควร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และดัชนีอื่นๆ ยังชี้ให้เห็นว่า โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

2. การศึกษาอิทธิพลของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา ได้ผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา (n = 2,990)

ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (ตัวแปรสาเหตุ)	ความสัมพันธ์เชิงผล(ตัวแปรผล)					
	ปัจจัยด้านนักเรียน			การเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต		
	DE	IE	TE	DE	IE	TE
ปัจจัยด้านโรงเรียน	0.36** (13.37)	-	0.36** (13.37)	0.29** (18.50)	0.19** (11.38)	0.48** (16.45)
ปัจจัยด้านนักเรียน	-	-	-	0.53** (16.48)	-	0.53** (16.48)
ปัจจัยด้านครอบครัว	0.51** (18.50)	-	0.51** (18.50)	0.11** (3.99)	0.27** (12.79)	0.38** (15.36)
R²	0.64			0.72		

DE: อิทธิพลทางตรง, IE: อิทธิพลทางอ้อม, TE: อิทธิพลรวม

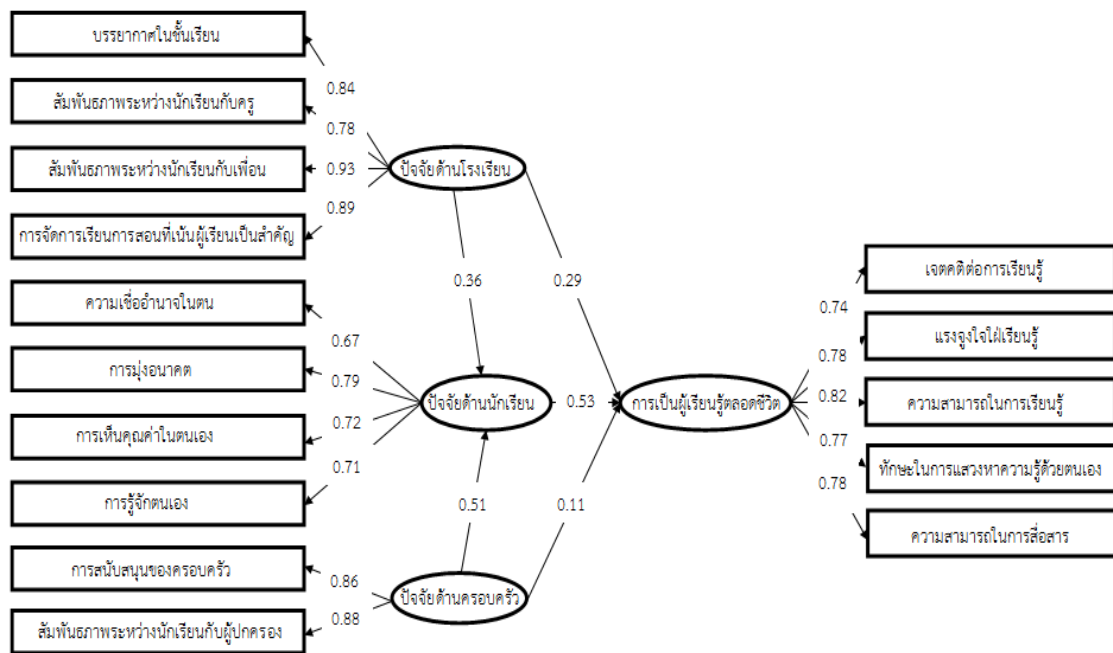
$\chi^2=57.56$ df=44 p=.08 GFI=1.00 AGFI=0.99 CFI=1.00 RMSEA=0.01 SRMR=0.00

**p<.01

จากตาราง 4 พบว่า โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยในดัชนีในกลุ่มสัมบูรณ์ พบว่า ค่าไค-สแควร์ (χ^2) เท่ากับ 57.56 df=44, p=.08, ค่า GFI=1.00, ค่า AGFI=0.99, ค่า RMSEA=0.01, ค่า SRMR=0.00 ส่วนในดัชนีกลุ่มเปรียบเทียบ พบว่า ค่า CFI=1.00 เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ตามสอดคล้อง พบว่า ค่าไค-สแควร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และดัชนีอื่นๆ ยังชี้ให้เห็นว่า โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัย ที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา แสดงให้เห็นว่า การเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตได้รับอิทธิพลทางตรงจากปัจจัยด้านนักเรียน มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเป็นบวกสูงสุดเท่ากับ 0.53 รองลงมา คือ ปัจจัยด้านโรงเรียน มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเป็นบวกเท่ากับ 0.29 และปัจจัยด้านครอบครัว มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเป็นบวกต่ำสุดเท่ากับ 0.11 และได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากปัจจัยด้านครอบครัว มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเป็นบวกสูงสุดเท่ากับ 0.27 และปัจจัยด้านโรงเรียน มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเป็นบวกต่ำสุดเท่ากับ 0.19 และสามารถพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อปัจจัยด้านนักเรียน มีดังนี้

โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อปัจจัยด้านนักเรียนได้รับอิทธิพลทางตรงจากปัจจัยด้านครอบครัว มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเป็นบวกสูงสุดเท่ากับ 0.51 ส่วนปัจจัยด้านโรงเรียน มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเป็นบวกต่ำสุดเท่ากับ 0.36

ส่วนค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณ พบว่า ปัจจัยด้านโรงเรียน ปัจจัยด้านนักเรียน และปัจจัยด้านครอบครัวสามารถร่วมกับอธิบายการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตได้ร้อยละ 72 ($R^2=0.72$) ส่วนปัจจัยด้านโรงเรียนและปัจจัยด้านครอบครัวสามารถร่วมกับอธิบายปัจจัยด้านนักเรียนได้ร้อยละ 64 ($R^2=0.64$)



ภาพ 1 โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา

สรุปและอภิปรายผล

1. ผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา กับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษามีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตได้รับอิทธิพลทางตรงจากปัจจัยด้านนักเรียน ปัจจัยด้านโรงเรียน และปัจจัยด้านครอบครัว สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ทางปัญญาสังคม (Social Cognitive Theory) ที่กล่าวถึง การเรียนรู้ของบุคคลเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างบุคคล สิ่งแวดล้อม และพฤติกรรม ซึ่งบุคคลมีการเรียนรู้จากการสังเกตจากตัวแบบของสังคมที่มีความใกล้ชิดและมีอิทธิพลต่อบุคคลนั้น เช่น ครอบครัว เพื่อน โรงเรียน รวมถึงตัวแบบที่เป็นเรื่องราวจากสื่อที่มีความหลากหลาย ทำให้บุคคลมีการจดจำและได้รับประสบการณ์จากการเรียนรู้ ก่อให้เกิดการแสดงออกทางพฤติกรรมตามตัวแบบ (Tangkittiphakorn, 2014, p.103) และสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้การวางเงื่อนไขแบบการกระทำ (Operant Conditioning) เป็นการเรียนรู้ของบุคคลที่เกิดจากผลกรรมที่เกิดขึ้น โดยบุคคลที่ได้รับเสริมแรงทางบวก จะก่อให้เกิดความพึงพอใจ และทำให้บุคคลมีแนวโน้มจะแสดงออกทางพฤติกรรมซ้ำอีก แต่ในทางกลับกันบุคคลที่ได้รับการเสริมแรงทางลบ ย่อมก่อให้เกิดความไม่พึงพอใจ และมีการแสดงออกทางพฤติกรรมลดน้อยลง (Aiamsuphasit, 2020, p.34) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Suksabay (2017, p. 133) ได้ทำการศึกษาโมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณลักษณะผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4-6 โรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ผลการวิจัย พบว่า โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณลักษณะผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

2. ผลการศึกษาอิทธิพลของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา พบว่า การเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตได้รับอิทธิพลทางตรงจากปัจจัยด้านนักเรียนสูงสุด รองลงมา คือ ปัจจัยด้านโรงเรียน และปัจจัยด้านครอบครัว ตามลำดับ โดยสามารถพิจารณาเป็นรายด้าน ได้ดังนี้

ปัจจัยด้านนักเรียนส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตสูงสุด มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลทางตรงเท่ากับ 0.53 ทั้งนี้เป็นเพราะจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ตลอดชีวิตนั้นจะเกิดขึ้นมาจากตัวบุคคลก่อนเสมอ (Chaity et al., 2015, p.171) และมีผลมาจากปัจจัยภายในของตนเอง (Suksabay, 2017, p. 38) ซึ่งการที่นักเรียนประถมศึกษาเห็นความสำคัญของการเรียนรู้เป็นสิ่งที่ประโยชน์ต่อ

การดำเนินชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ใฝ่เรียนในทุกเรื่อง ส่งผลให้นักเรียนเกิดคุณลักษณะใฝ่เรียนรู้ด้วยตนเองด้วยการสอบถามจากเพื่อน ครู พ่อแม่ ผู้ปกครอง การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตลอดจนการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแสวงหาความรู้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เพื่อปรับปรุงและพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต ดังที่ Sumretphol (2004, p.255) กล่าวว่า การเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต เป็นการที่บุคคลมีความรู้ความสามารถในการกิจกรรมการเรียนรู้และการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยบุคคลมีมุมมองต่อการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ เป็นสิ่งที่มีความสนุกสนานเบิกบานใจ บุคคลมีความเชื่อว่าการเรียนรู้มีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน ทำให้บุคคลมีความช่างสังเกต มีความสนใจใฝ่รู้ใฝ่เรียนในทุกเรื่อง ทำให้นักเรียนมีความมุ่งมั่นตั้งใจในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอ โดยการศึกษาค้นคว้าด้วยการอ่านหนังสือและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ส่งผลให้บุคคลมีการเปลี่ยนแปลงความคิด ความเชื่อ และพฤติกรรม ก่อให้เกิดการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต รวมถึงนักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน เช่น กิจกรรมแนะแนว ทำให้นักเรียนได้ค้นพบความสนใจและความถนัดของตนเอง ส่งผลให้นักเรียนต้องแสวงหาข้อมูลเพื่อวางแผนในการศึกษาต่อการประกอบอาชีพ และการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของตนเอง เพื่อพัฒนาตนเองให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (Na Ranong, 2015, p. 46)

สำหรับปัจจัยด้านโรงเรียน มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลทางตรงเท่ากับ 0.29 ทั้งนี้ เป็นเพราะโรงเรียนช่วยสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Demirel, 2009, p.1709) ซึ่งการที่โรงเรียนมีการจัดสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ มีการจัดสถานที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน มีห้องสมุดและห้องปฏิบัติต่างๆ ที่มีสื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนสามารถศึกษาหาความรู้ได้ต่อเนื่องตลอดเวลาตามที่ตนเองต้องการ ดังคำกล่าวของ Leesuan (2016) ที่กล่าวว่า การสร้างเงื่อนไข บรรยากาศ สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการใช้ปัญญาและการแสวงหาความรู้ เป็นเงื่อนไขที่สำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต และ Sariwat (2014, pp. 239-240) ที่กล่าวถึง การจัดสภาพแวดล้อมในชั้นเรียน ควรมีสถานที่กว้างขวาง เพื่อสร้างความสะดวกในการทำกิจกรรม มีการจัดสถานที่เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมถึงโรงเรียนมีหลักสูตรที่มีเป้าหมายเพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ด้วยตนเองและการแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่อง โดยให้นักเรียนสามารถเลือกเรียนรู้ได้ตามความต้องการและความถนัดของตนเอง (Suksabay, 2017, p. 139) นอกจากนี้ ครูผู้สอนมีเจตคติที่ดีต่อนักเรียนทุกคนอย่างเสมอภาคกัน มีทักษะการสอนและการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ โดยการให้นักเรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ด้วยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน มีน้ำใจและช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำงาน ก่อให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน นำไปสู่การเรียนรู้อย่างต่อเนื่องร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุขดังคำกล่าวของ Chenchit (2002, p. 256) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ควรสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่อบอุ่นเป็นมิตร โดยครูมีการเปิดโอกาสและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนกล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออกด้วยตนเอง นำไปสู่การเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตได้

ส่วนปัจจัยครอบครัวถึงแม้ว่าจะส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตต่ำสุด มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลทางตรงเท่ากับ 0.11 แต่ครอบครัวก็มีบทบาทในการให้การเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งนับเป็นรากฐานที่ดีให้กับผู้เรียนในการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Sungsri, 2001, p. 44) เนื่องจากการเรียนรู้และปรับตัวทางสังคมของผู้เรียนนั้นไม่ได้เกิดขึ้นเองได้โดยธรรมชาติ แต่ได้รับอิทธิพลจากครอบครัว ซึ่งเป็นสถาบันแรกที่ผู้เรียนมีความผูกพันอย่างใกล้ชิดในเบื้องต้นของชีวิตที่ช่วยสร้างนิสัย ความคิด ความเชื่อ ค่านิยมและทัศนคติต่างๆ โดยผ่านปัจจัยนักเรียน (Siricharoen, 2012, p.13) ทั้งนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตยทำให้นักเรียนได้รับความรักและความอบอุ่นในครอบครัวอย่างเต็มที่ โดยครอบครัวมีส่วนร่วมในการสอนและทบทวนบทเรียนแก่นักเรียนอย่างสนุกสนาน เมื่อนักเรียนทบทวนบทเรียนได้สำเร็จ ครอบครัวมีการชื่นชมนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ แต่ถ้านักเรียนเข้าใจบทเรียนไม่ถูกต้อง ครอบครัวช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจอย่างละเอียด ทำให้นักเรียนมีทัศนคติเชิงบวกในการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพิ่มมากขึ้น และครอบครัวมีการสนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิดและตัดสินใจในการดำเนินชีวิตด้วยตนเองโดยไม่ก้าวก่ายและให้นักเรียนดำเนินชีวิตตามที่สมาชิกครอบครัวต้องการ ทำให้นักเรียนมีความเป็นตัวของตัวเองและสามารถดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุข รวมถึงครอบครัวของนักเรียนมีการปฏิบัติตนเป็นตัวอย่างที่ดี มีการแสวงหาความรู้โดยใช้สื่อที่หลากหลาย

จากนั้นมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน และนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และซึมซับพฤติกรรมจากครอบครัว ทำให้นักเรียนมีการเลียนแบบพฤติกรรมของครอบครัว ส่งผลให้นักเรียนมีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องดังคำกล่าวของ Wibunset (2002, p. 110, 112) ที่กล่าวว่า ครอบครัวที่ให้ความรักความเอาใจใส่บุตรอย่างเต็มที่ มีเวลาดูแลเอาใจใส่การเรียนรู้และการดำเนินชีวิตของบุตรอย่างสม่ำเสมอ มีความเอื้ออาทรและช่วยเหลือเกื้อกูลกัน ย่อมทำให้สัมพันธภาพในครอบครัวมีความแน่นแฟ้นกันมากขึ้น และ Jarupeng (2017, p.91) ได้กล่าวเพิ่มเติมว่า การที่ครอบครัวมีเวลาในการทำกิจกรรมร่วมกันในวันหยุด เพื่อสร้างสัมพันธภาพที่ดีให้เกิดขึ้น ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ปัญหาต่างๆ มีการถามทุกข์สุขซึ่งกันและกัน ย่อมทำให้สมาชิกในครอบครัวมีความสนิทสนมและมีความอบอุ่นกันมากขึ้น ทำให้นักเรียนได้เห็นแบบอย่างที่ดีของครอบครัว นำไปสู่การประพฤติปฏิบัติตนตามสมาชิกในครอบครัวมากขึ้น

นอกจากนี้ ข้อค้นพบเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อปัจจัยด้านนักเรียนได้รับอิทธิพลทางตรงจากปัจจัยด้านครอบครัวและปัจจัยด้านโรงเรียนสอดคล้องกับกระบวนการขัดเกลาทางสังคม เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่บุคคลได้รับการอบรมสั่งสอนและชี้แนะการปฏิบัติโดยตรงจากครอบครัว โรงเรียน อาชีพ ตัวแทนศาสนา และสื่อมวลชน รวมถึงการเรียนรู้ด้วยตนเองจากสังคมและการประพฤติกการปฏิบัติตนของบุคคลในสังคม เพื่อหล่อหลอมหรือขัดเกลาบุคคลเพื่อให้มีบุคลิกภาพเป็นไปตามที่สังคมต้องการหรือมีความถูกต้องเหมาะสมดังาม Aetsakun (2012, p. 106) โดยปัจจัยด้านครอบครัวส่งผลต่อปัจจัยด้านนักเรียนสูงสุด มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลทางตรงเท่ากับ 0.51 ทั้งนี้ เป็นเพราะครอบครัวเป็นสถาบันแรกที่ทำให้ความรักความอบอุ่นแก่นักเรียนมากที่สุด โดยครอบครัวของนักเรียนมีการขัดเกลาทางสังคมแบบประชาธิปไตย ย่อมทำให้นักเรียนมีความกล้าคิด กล้าทำและกล้าแสดงออกในทางที่เหมาะสม ดังคำกล่าวของ Aetsakun (2010, p. 89) ได้กล่าวว่า สถาบันครอบครัวเป็นสถาบันแรกสุดของบุคคล ถ้าบุคคลที่ได้รับการขัดเกลาทางสังคมอย่างเข้มแข็งในวัยเด็ก ย่อมทำให้นักเรียนมีบุคลิกภาพหรือคุณลักษณะที่มั่นคง อาจแก้ไขและปรับปรุงบุคลิกภาพและคุณลักษณะที่ไม่เป็นไปตามที่คาดหวังได้ยาก และปัจจัยด้านโรงเรียนส่งผลต่อปัจจัยด้านนักเรียนต่ำสุด มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลทางตรงเท่ากับ 0.36 ทั้งนี้ เกิดจากโรงเรียนเป็นตัวแทนในการอบรมสั่งสอนและถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถและทักษะในการดำเนินชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ แต่โรงเรียนและครอบครัวมีการปลูกฝังความรู้ของนักเรียนไม่เหมือนกัน ย่อมก่อให้เกิดความสับสนต่อนักเรียน ดังคำกล่าวของ Aetsakun (2012, p. 113) ทั้งนี้ เป็นเพราะครูอาจารย์ทำหน้าที่ขัดเกลานักเรียนอย่างเป็นทางการเพื่อให้เป็นไปตามที่คาดหวังของสังคม แต่ในทางตรงกันข้ามหากโรงเรียนและครอบครัวมีทิศทางการขัดเกลาไม่เหมือนกัน ทำให้นักเรียนเกิดความสับสน และไม่ทราบว่าตนเองต้องปฏิบัติตามครอบครัวหรือโรงเรียนดีและสอดคล้องกับงานวิจัยของ Suksabay (2017, p. 133) ได้ทำการศึกษาโมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณลักษณะผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4-6 โรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ผลการวิจัย พบว่า ปัจจัยครอบครัวและปัจจัยโรงเรียนส่งผลต่อปัจจัยนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตได้รับอิทธิพลทางตรงจากปัจจัยด้านนักเรียนสูงสุด ดังนั้น นักเรียน ครอบครัว และโรงเรียนสามารถร่วมกันพัฒนาคุณลักษณะการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตได้ โดยเฉพาะตัวนักเรียนต้องมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ย่อมก่อให้เกิดการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต รองลงมา คือ ปัจจัยด้านโรงเรียนควรมีการจัดบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียนรู้ มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อสร้างสัมพันธภาพเชิงบวกระหว่างนักเรียนกับเพื่อน และสัมพันธภาพเชิงบวกระหว่างนักเรียนกับครู ส่วนปัจจัยด้านครอบครัว ควรให้ความรักและความเมตตา เป็นอย่างที่ดีแก่นักเรียน สนับสนุนให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจและความถนัดของตนเอง ย่อมจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีคุณลักษณะของการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตเพิ่มสูงขึ้น

1.2 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน หรือเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานครควรพิจารณานำผลการวิจัยในครั้งนี้ไปกำหนดเป็นนโยบายในการส่งเสริมสนับสนุนให้สถานศึกษาในสังกัดจัดทำแนวทางการพัฒนาการเรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา เพื่อให้เกิดการพัฒนาในวงกว้างต่อไป

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมการให้คำปรึกษา การฝึกอบรม และการจัดสัมมนาเพื่อเสริมสร้างการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษา

2.2 ควรศึกษาโมเดลเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษาโดยการวิเคราะห์กลุ่มพหุ จำแนกตามเพศและประเภทของสถานศึกษา เพื่อตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต

2.3 ควรศึกษาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนประถมศึกษาในสังกัดอื่นหรือระดับอื่นเพื่อการตรวจสอบ (Validate) ผลการวิจัยในครั้งนี้ว่ายังคงได้ผลการวิจัยที่ตรงกันหรือไม่ อย่างไร ซึ่งหากได้ผลการวิจัยที่คงเดิม (Confirm) หรือมีความสอดคล้องกันก็จะทำให้ผลการวิจัยสามารถวางนัยสรุปทั่วไป (Generalizability) ไปยังประชากรกลุ่มต่างๆ ได้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น และสามารถนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้เรียนกลุ่มต่างๆ ระดับต่างๆ ได้อย่างมั่นใจในประสิทธิภาพ/ประสิทธิผลของแนวทางซึ่งเป็นการพัฒนา โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน (Research-Based Development)

References

- Aetsakun, S. (2010). *Family institution: Developmental and change*. Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- Aetsakun, S. (2012). *Introduction of sociology*. Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- Aiemsuphasit, S. (2020). *Theories and technique of behavior modification*. Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- Chaib, S., Siribanpitak, P., & Sumettikoon, P. (2015). Lifelong learning skills of university students: Theoretical framework. *Songklanakarin Journal of Social Sciences and Humanities*, 21(3), 149-176. [in Thai]
- Charoenwongsak, K. (2001). 6 ways of teacher of lifelong learning. *Education Today*, 30-32. [in Thai]
- Charungkaittikul, S. (2014). The evaluation of operational performance of the Office of Non-formal and Informal Education based on the Non-formal and Informal Education Promotion Act B.E. 2551. *Journal of Education Studies*, 42(3), 74-92. [in Thai]
- Chenchit, P. (2002). *Learning psychology*. Bangkok: Soemsin Prepress System. [in Thai]
- Cropley, A. J. (1985). Lifelong education: Interaction with adult education. In T. Husen and T.N. Postlethwaite (eds), *The National Encyclopedia of Education Research and Studies*, Volume 5 (pp. 3070 –3074). Oxford: Pergamon Press.
- Demirel, M. (2009). Lifelong learning and schools in the twenty-first century. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 1709-1716.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Jarupeng, M. (2017). *Family counseling*. Bangkok: Daenekinterkhoporechan. [in Thai]
- Leesuwan, C. (2016). *Lifelong learning and a learning society in Thailand*. Retrieved March 1, 2020, from <https://www.facebook.com/permalink.php?story> [in Thai]

- Na Ranong, L. (2015). *Guidance and the quality of life: Chapter 1 guidance and the quality of life*. Nonthaburi: Sukhothai Thammathirat Open University. [in Thai]
- Office of the Education Council. (2018). *Education Plan in Years 2018-2036*. Bangkok: Prikwan Graphic. [in Thai]
- Office of the National Economics and Social Development Council. (2018). *Twelve National Economic and Social Development Plan (Year 2018-2021)*. Bangkok: Office of the Permanent Secretary, Prime Minister Office. [in Thai]
- Panakun, S. (2006). Lifelong Learning: Need and Support. *The Journal of Ramkhamhaeng*, 23(3), 89-97. [in Thai]
- Panyarot, S. (2011). *Lifelong Learning*. Retrieved 1 March, 2020 from <http://oknation.nationtv.tv/blog/markandtony/2011/10/14/entry-2> [in Thai]
- Sariwat, L. (2014). *Psychology for teacher*. Bangkok: Odeon Store. [in Thai]
- Siricharoen, D. (2012). Children and influence of family. *AU LAW Journal*, 3(1), 12-17. [in Thai]
- Sitsirat, S. (2010). Antecedent and consequence factors of self directed learning of undergraduate students at Srinakharinwirot University. *Journal of Behavioral Science*, 16(2), 66-82. [in Thai]
- Songseree, P., & Kijtorntam. (2016). Psychosocial factors related to learning inquiry behaviors and twenty first century skills among the students in the Secondary Educational Service Area Office One, Bangkok. *Journal of Behavioral Science*, 23(1), 169-185. [in Thai]
- Suksabay, J. (2017). *Study of causal factors and guides for developing lifelong learners characteristics of elementary grade 4-6 students of demonstration school of schools under Office of the Higher Education Commission* (Doctoral dissertation). Bangkok: Srinakharinwirot University. [in Thai]
- Suksawang, P. (2013). *Structural equation modeling*. Bangkok: Watana Panich Publishing. [in Thai]
- Sumretphol, N. (2004). *A development of educational indicators for lifelong learning* (Doctoral dissertation). Bangkok: Srinakharinwirot University. [in Thai]
- Sungsri, S. (2001). *Lifelong education for Thai society in the 21st century*. Bangkok: Kurusapa Business Organization. [in Thai]
- Tangkittiphakorn, J. (2014). *General psychology*. Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- Technology Group of Office of the Basic Education Commission. (2019). *Information Student of the year 2019*. Retrieved March 1, 2020, from https://data.boppobec.info/emis/schooldataview_student_area.php?Area_CODE=1001&Edu_year=2562 [in Thai]
- Ueangchokchai, C. (2015). *Development of an informal learning promotion model to enhance characteristic of lifelong learner for youth* (Doctoral dissertation). Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- Wibunset, S. (2002). *Family psychology and family study cheaper 4 role and family relationships*. Nonthaburi: Sukhothai Thammathirat Open University. [in Thai]

บทความวิจัย (Research Article)

ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา ที่มีต่อมโนทัศน์ฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

THE EFFECTS OF 7E INQUIRY LEARNING METHODS WITH PROBLEM SOLVING TECHNIQUE ON TENTH GRADE STUDENTS' PHYSICS CONCEPTS AND PHYSICS PROBLEM SOLVING ABILITIES

Received: March 7, 2019

Revised: April 23, 2019

Accepted: May 16, 2019

กัลยาณี บุญทรัพย์¹ กิตติมา พันธุ์พุกษา^{2*} และเชษฐ ศิริสวัสดิ์³
Kanlayanee Boonsap¹ Kittima Panprueksa^{2*} and Chade Sirisawat³

^{1,2,3}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

^{1,2,3}Faculty of Education, Burapha University, Chonburi 20131, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: kittima@go.buu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนดาราสมุทร จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน และการทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว ผลการวิจัย พบว่า 1) มโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา มโนทัศน์ฟิสิกส์ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

Abstract

The purposes of this research were to compare physics concepts and physics problem solving abilities of tenth grade students by using 7E inquiry learning methods with problem solving techniques before and after learning and after learning with the 70 percent criteria. The participants were 40 tenth grade students from Darasamutr School. They were selected through the cluster random sampling. The research instruments were lesson plans using 7E inquiry learning methods with problem solving techniques, physics concept test, and physics problem solving abilities test. The data were analyzed by using mean, standard deviation, dependent sample t-test, and one sample t-test. The results were summarized as follows: 1) The posttest scores of physics concepts of tenth grade students after learning with the 7E inquiry learning methods with problem solving techniques were statistically significant higher than the pretest scores and higher than the 70 percent criteria at the .05 level. 2). The posttest scores of physics problem solving abilities of tenth grade students after learning with the 7E inquiry learning methods with problem solving techniques were statistically significant higher than the pretest scores and higher than the 70 percent criteria at the .05 level.

Keywords: 7E Inquiry Learning Methods, Problem Solving Techniques, Physics Concepts, Physics Problem Solving Abilities

บทนำ

ระบบการจัดการศึกษาในปัจจุบันมีบทบาทสำคัญในการก่อให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้ พึ่งพาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาประเทศ ซึ่งการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้ พัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด จึงต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มศักยภาพ (Ministry of Education, 1999, p. 8) ดังนั้น ต้องพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาระบวนการคิด มีความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางด้านวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการแก้ปัญหา ตลอดจนประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

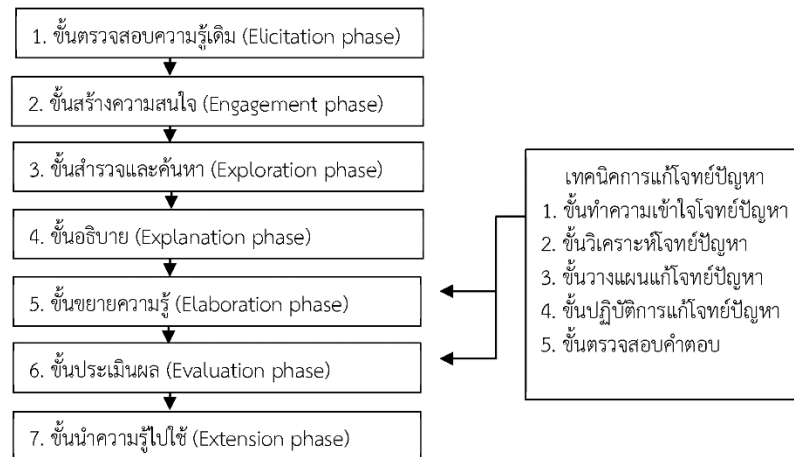
วิชาฟิสิกส์เป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ และเป็นพื้นฐานที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในปัจจุบันเป็นวิชาที่นักเรียนไม่ค่อยประสบความสำเร็จในการเรียน เห็นได้จากผลการจัดสอบ 9 วิชาสามัญ ที่จัดสอบโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นการทดสอบที่เน้นวัดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ โดยรูปแบบของข้อสอบจะเป็นลักษณะของการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ในปีการศึกษา 2556-2560 พบว่า วิชาฟิสิกส์มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 29.84, 28.29, 26.73 22.9 และ 29.44 ตามลำดับ (National Institute of Educational Testing Service (Public Organization), 2017) แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 50 และยิ่งลดลงตามลำดับในแต่ละปีการศึกษา ถึงแม้จะเพิ่มขึ้นในปีการศึกษา 2560 แต่ก็ยังไม่ถึงร้อยละ 50 จากข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และทักษะความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ครูมักใช้วิธีสอนตามหนังสือมากกว่าการฝึกปฏิบัติจริง ทำให้เกิดการท่องจำแทนกระบวนการคิดวิเคราะห์ และการคิดแก้ปัญหา อีกทั้งข้อสอบมักจะเป็นข้อสอบแบบปรนัย และเติมคำ ทำให้นักเรียนขาดความเข้าใจพื้นฐานที่ถูกต้องในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ (Rujinirun, 2009, p. 25) และจากการสัมภาษณ์ศาสตราจารย์ ดร. บุญธรรม ผดุงศักดิ์ชัยกุล (สัมภาษณ์, 14 กุมภาพันธ์ 2561) คุณครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้ควบคุมการสอนรายวิชาฟิสิกส์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ พบว่า นักเรียนมักจดจำสมการ สูตร และโจทย์ตัวอย่าง เพื่อนำไปใช้ ส่งผลให้ขาดความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์ที่สำคัญของวิชาฟิสิกส์ อีกทั้งนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเริ่มต้นแก้โจทย์ปัญหาได้ด้วยตนเอง เนื่องจากไม่มีลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งการแก้โจทย์ปัญหาจะต้องอาศัยกระบวนการคิดที่เป็นขั้นตอนจึงจะสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้

นอกจากนี้ครูส่วนใหญ่มักคำนึงเกี่ยวกับเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ว่าจะทันเวลาหรือไม่ ทำให้จัดการเรียนรู้ได้ไม่เต็มรูปแบบโดยครูเลือกใช้วิธีการสอนแบบบรรยายแทนการสอนที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ ความคิด และความเข้าใจในเนื้อหาไม่ดีพอ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) จากแนวคิดของไอเซนคราฟต์ เป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ สนุกกับการเรียน และประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง ซึ่งนักเรียนจะได้วางแผนหาคำตอบของปัญหา และอธิบายสิ่งที่ได้รับรู้จนเกิดมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยเชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้นี้ใหม่ และนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหา ทำให้เกิดทักษะการแก้ปัญหา และเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น (Nuangchaleram, 2007, pp. 25-30) ซึ่งหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) จะทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chotchoei (2015) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีมโนทัศน์อยู่ในระดับของมโนทัศน์ที่ถูกต้องมากขึ้น และมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลง

ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ต้องอาศัยความสามารถในการแปลความโจทย์ปัญหาไปเป็นประโยคสัญลักษณ์ กราฟ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรพีชคณิต และสมการต่างๆ ทางฟิสิกส์ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มักประสบกับปัญหาในการวิเคราะห์โจทย์ และไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้ ทำให้ไม่สามารถนำกฎ ทฤษฎี สมการต่างๆ ไปใช้แก้โจทย์ปัญหาได้ ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ต่ำลง (Redish, 1994) จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า นักการศึกษาได้คิดค้น และพัฒนาขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหามาอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ นักการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์ คือ Polya (1957) นักการศึกษาทางด้านฟิสิกส์ คือ Hestenes (1987); Ding and Harskamp (2006); Heller and (2010) และ Rojas (2010) พบว่า มีความคล้ายคลึงกัน แต่มีการแจกแจงเป็นขั้นตอนที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งจะช่วยให้พัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่สูงขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Chimagam (2015) ที่พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหามาตรฐานกับการจัดการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของนักการศึกษาแต่ละท่าน และสังเคราะห์เป็นเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาขึ้นมา ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ และช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้

จากการศึกษาข้อมูลที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหามาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ จนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้า แล้วนำองค์ความรู้ที่ได้นั้นมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยนำเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหามาเสริมเข้าไปในขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ดังภาพที่ 1 เพื่อพัฒนามโนทัศน์ฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ให้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ซึ่งเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวที่สามารถให้นักเรียนเชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นต่อไป



ภาพ 1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานของการวิจัย

1. มโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนดาราสมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 2 ห้อง รวม 80 คน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบความสามารถ

กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนดาราสมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้อง จำนวน 40 คน ด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา

ตัวแปรตาม คือ มโนทัศน์ฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ได้แก่ งาน กำลัง พลังงาน จลน์ พลังงานศักย์ กฎการอนุรักษ์พลังงานกล และเครื่องกล

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โดยใช้เวลาในการทดสอบก่อนเรียน 2 คาบ ทดลองด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 14 คาบ และทดสอบหลังเรียน 2 คาบ

5. แบบแผนในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Research Designs) ซึ่งดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเดียว และมีการสอบก่อนเรียนและสอบหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design) (Anegasukha, 2016, p. 49)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา จำนวน 6 แผน ได้แก่ 1) งาน 2) กำลัง 3) พลังงานจลน์ 4) พลังงานศักย์ 5) กฎการอนุรักษ์พลังงานกล และ 6) เครื่องกล โดยมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.49 - 4.56

2. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นคำถามแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และส่วนที่ 2 เป็นแบบอัตนัย ซึ่งเป็นการให้เหตุผลในการเลือกตอบในส่วนที่ 1 จำนวน 20 ข้อ โดยมีค่าความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 ค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.23 - 0.66 ค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.22 - 0.43 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ โดยมีค่าความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 ค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.27 - 0.66 ค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.21 - 0.52 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

2. ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้เวลาจัดการเรียนรู้ 14 คาบ คาบละ 50 นาที

3. ทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดิมที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว

ผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 แสดงดังตาราง 1 และ 2 ตามลำดับ

ตาราง 1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน

หัวข้อเรื่อง	n	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p (1-tailed)
			$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S		
งาน	40	12	2.525	2.386	8.925	1.873	14.507*	.000
กำลัง	40	6	1.050	1.197	4.500	1.086	13.915*	.000
พลังงานจลน์	40	9	1.150	1.406	6.775	1.368	16.873*	.000
พลังงานศักย์	40	18	.775	1.349	13.275	2.309	31.607*	.000
กฎการอนุรักษ์พลังงานกล	40	6	.500	1.086	4.625	1.444	15.369*	.000
เครื่องกล	40	9	.075	.474	5.850	1.703	19.780*	.000
ภาพรวม	40	60	6.075	5.191	43.950	5.402	34.776*	.000

* $p < .05$

จากตาราง 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ในภาพรวม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาตามหัวข้อเรื่อง พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ทุกหัวข้อเรื่อง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (42 คะแนน จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน)

หัวข้อเรื่อง	n	เกณฑ์	หลังเรียน		$\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$	t	p (1-tailed)
			$\bar{x}$	S			
งาน	40	8.4	8.925	1.873	74.375	1.773*	.042
กำลัง	40	4.2	4.500	1.086	75.000	1.747*	.045
พลังงานจลน์	40	6.3	6.775	1.368	75.278	2.196*	.017
พลังงานศักย์	40	12.6	13.275	2.309	73.750	1.849*	.036
กฎการอนุรักษ์พลังงานกล	40	4.2	4.625	1.444	77.083	1.861*	.035
เครื่องกล	40	6.3	5.850	1.703	65.000	1.671*	.052
ภาพรวม	40	42	43.95	5.402	73.25	2.283*	.014

* $p < .05$

จากตาราง 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ในภาพรวม หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาตามหัวข้อเรื่อง พบว่า มีค่าเฉลี่ยคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ ในหัวข้อเรื่อง งาน กำลัง พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ในหัวข้อเรื่อง เครื่องกล มีค่าเฉลี่ยคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 นอกจากนี้ ยังพบว่า หัวข้อเรื่องที่มีค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์หลัง

เรียนสูงที่สุด คือ กฎการอนุรักษ์พลังงานกล และต่ำที่สุด คือ เครื่องกล จากตาราง 1 และ 2 แสดงให้เห็นว่า มโนทัศน์ฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 แสดงดังตาราง 3 และ 4 ตามลำดับ

ตาราง 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา	n	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p (1-tailed)
			$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S		
ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา	40	16	4.775	1.915	12.450	1.085	23.615*	.000
วิเคราะห์โจทย์ปัญหา	40	16	1.225	1.230	11.775	1.544	42.114*	.000
วางแผนแก้โจทย์ปัญหา	40	16	1.150	1.331	11.825	1.599	33.674*	.000
ปฏิบัติการแก้โจทย์ปัญหา	40	16	.650	1.350	12.050	1.632	42.622*	.000
ตรวจสอบคำตอบ	40	16	.350	1.099	11.650	1.272	57.428*	.000
ภาพรวม	40	80	8.150	4.312	59.750	4.667	76.508*	.000

* $p < .05$

จากตาราง 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ในภาพรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ทุกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา	n	เกณฑ์	หลังเรียน			t	p (1-tailed)
			$\bar{x}$	S	$\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$		
ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา	40	11.2	12.450	1.085	77.813	7.287*	.000
ขั้นวิเคราะห์โจทย์ปัญหา	40	11.2	11.775	1.544	73.594	2.355*	.024
ขั้นวางแผนแก้โจทย์ปัญหา	40	11.2	11.825	1.599	73.906	2.471*	.018
ขั้นปฏิบัติการแก้โจทย์ปัญหา	40	11.2	12.050	1.632	75.313	3.294*	.002
ขั้นตรวจสอบคำตอบ	40	11.2	11.650	1.272	72.813	2.237*	.031
ภาพรวม	40	56	59.750	4.667	74.688	5.082*	.000

* $P < .05$

จากตาราง 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในภาพรวม และตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ ยังพบว่า ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่มีค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนสูงที่สุด คือ ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา และต่ำที่สุด คือ ขั้นตรวจสอบคำตอบ จากตาราง 3 และ 4 แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

การอภิปรายผลการวิจัย

1. มโนทัศน์พิสัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนร่วมกันสืบค้น สำรวจ ตรวจสอบ ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อค้นหาคำตอบ ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรงจากการสังเกต สัมผัส ทดลอง และสรุปความรู้จนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องในสิ่งที่เรียนรู้ไม่ใช่แค่การท่องจำอย่างเดียว อีกทั้งความรู้ที่ได้จากการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่จะทำให้เกิดเป็นความรู้ ความเข้าใจที่คงทน (Nuangchalem, 2015, pp. 134-138) ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา จะช่วยให้นักเรียนมีมโนทัศน์พิสัยที่สูงขึ้น และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นด้วย สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sripudys et al. (2016) ที่พบว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการเรียนรู้โดยใช้จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ ยังพบว่า มโนทัศน์พิสัยในหัวข้อเรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงานกล มีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงที่สุด เนื่องมาจากการเป็นมโนทัศน์ที่นักเรียนเคยได้ศึกษามาแล้วในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ดังนั้น จะช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น เนื่องจากมโนทัศน์ที่นักเรียนมีอยู่เดิมจะเป็นพื้นฐานในการที่จะทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ในระดับต่อไป ดังนั้น การที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องนั้นๆ มาก่อน จะเป็นเครื่องช่วยให้เกิดมโนทัศน์ได้ดียิ่งขึ้น

นอกจากนี้ จากผลการวิจัย ยังพบว่า ในหัวข้อเรื่อง เครื่องกล มีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนต่ำที่สุด และต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เนื่องจากมโนทัศน์ในหัวข้อเรื่องนี้เป็นมโนทัศน์ที่ใหม่สำหรับนักเรียน และเนื้อหาที่มีความซับซ้อน ซึ่งการศึกษามโนทัศน์ใหม่ผนวกกับเนื้อหาที่มีความซับซ้อน อาจส่งผลให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ง่าย เพราะการศึกษามโนทัศน์ใหม่ได้นั้นจะต้องอาศัยความรู้เดิมมาช่วยในการแยกแยะ และสรุปครอบคลุมไปยังความรู้ใหม่ที่สัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันอย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับ Chambers and Andre (1997, pp. 107-108) ที่กล่าวว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะถูกสร้างขึ้นจากผลสะท้อนของประสบการณ์ในอดีตและมโนทัศน์ที่มีอยู่ก่อนแล้ว นักเรียนจะใช้มโนทัศน์อันนี้เพื่อให้เหตุผลเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการสอนใหม่ แต่การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา ยังช่วยให้นักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนมโนทัศน์พิสัยในหัวข้อเรื่อง เครื่องกล หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ได้ดียิ่งขึ้น

2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพิสัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทั้ง 5 ขั้น เข้าไปเสริมไว้ในขั้นที่ 5 ขยายความรู้ และขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล เพื่อช่วยให้นักเรียนมีกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเองอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน ซึ่งจะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพิสัยของนักเรียนได้ อีกทั้งในทุกแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา ครูจะมีแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียนได้ทำเพิ่มเติมเพื่อเป็นการฝึกและทบทวนการแก้โจทย์ปัญหาในเนื้อหาอื่นๆ เมื่อนักเรียนได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาจะช่วยให้นักเรียนเกิดความชำนาญในการแก้โจทย์ปัญหามากขึ้น ซึ่งการที่นักเรียนได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาอย่างสม่ำเสมอจะให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ (Thipkong, 2001, p. 14) ด้วยเหตุนี้ จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงขึ้น และสูง

กว่าเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Duangkaew et al. (2016) ที่พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ตามเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในแต่ละชั้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยชั้นตอนที่นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงที่สุด ได้แก่ ชั้นทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกได้ว่า โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร ให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง และมีประโยคหรือคำสำคัญทางฟิสิกส์หรือไม่ และชั้นตอนที่นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนต่ำที่สุด ได้แก่ ชั้นตรวจสอบคำตอบ เนื่องจากนักเรียนไม่แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ หรือแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบแต่ไม่สมบูรณ์ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sonsrida (2017) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ชั้นตอนที่นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงที่สุด ได้แก่ ชั้นทำความเข้าใจปัญหา ส่วนชั้นตอนที่นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนต่ำที่สุด ได้แก่ ชั้นตรวจสอบ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า ในขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนจะต้องจัดกลุ่มทำกิจกรรมทำให้นักเรียนสนุกสนานไปกับการทำกิจกรรม จนลืมเวลาที่ครูกำหนดให้ ดังนั้นครูควรเน้นย้ำเรื่องเวลา หรือทำการจับเวลาให้เห็น เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนบริหารจัดการกับเวลาให้เสร็จเรียบร้อยตามเวลาที่ครูกำหนด

1.2 การแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ตามเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทั้ง 5 ขั้น ครูควรเน้นขั้นตรวจสอบคำตอบ เนื่องจากขั้นตรวจสอบคำตอบนักเรียนส่วนใหญ่ละเลยการตรวจสอบคำตอบที่ได้

1.3 สำหรับการทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา ครูควรเพิ่มเวลาให้มากขึ้นในการทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ตามเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผล และเจตคติต่อเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา เนื่องจากในการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ระหว่างที่ได้จัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติการทดลอง ได้ทำการสรุป อภิปรายผล และมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่มทำให้นักเรียนมีความสนุกสนานกับการเรียน

2.2 ควรทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา ร่วมกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยนำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมาใช้ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา เนื่องจากในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นที่ 5 ขยายความรู้ และชั้นที่ 6 ประเมินผล มีการเสริมเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการปรึกษา แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันระหว่างนักเรียนที่รู้กับนักเรียนที่ไม่รู้

References

- Anegasukha, S. (2016). *Educational Research* (8th ed.). Chonburi: Faculty of Education, Burapha University. [in Thai]
- Chambers, S. K., & Andre. T. (1997). Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 107-123. doi:10.1002/(SICI)1098-2736(199702)34:2<107::AID-TEA2>3.0.CO;2-X
- Chimagam, N. (2015). *The Development of Problem-Solving Ability in Physics Proposition by Incorporating Polya's Technique into 7E Learning Cycle Model for Mathayomsuksa 6 Students*. (Master of Education Thesis, Technology Thanyaburi University). [in Thai]
- Chotchoei, P. (2015). The Conceptual Development of Electrostatic Using 7E Cycle Learning Approach of 11th Student. In *National Academic Conference Phetchabun Rajabhat University No. 2 "Research for Local Development"* (pp. 384-390). Phetchabun: Research and Development Institute Phetchabun Rajabhat University. [in Thai]
- Ding, N., & Harskamp, E. (2006). How Partner Gender Influences Female Students' Problem Solving in Physics Education. *Journal of Science Education and Technology*, 15(5), 331-343. DOI:10.1007/s10956-006-9021-7
- Duangkaew, E., Pibbranchon, S., & Sirisawat, C. (2016). A study of physics learning achievement and ability to solve physics problems of students in mathayomsuksa 5 by using the inquiry method and heller and heller logical problem solving strategy. *Journal of Education Naresuan University*, 18(1), 181-193. [in Thai]
- Heller, K., & Heller, P. (2010). *Cooperative problem solving in physics a user's manual*. Retrieved from <https://www.aapt.org/Conferences/newfaculty/upload/Coop-Problem-Solving-Book.pdf>
- Hestenes, D. (1987). Toward a modeling theory of physics instruction. *American Journal of Physics*, 55, 440. <https://doi.org/10.1119/1.15129>
- Ministry of Education. (1999). *National Education Act, 1999, amended (No. 2), 2002*. Bangkok: Kurusapa Ladprao Printing. [in Thai]
- National Institute of Educational Testing Service (Public Organization). (2017). *The results of the examination 9 ordinary subjects*. Accessible from <http://www.niets.or.th> [in Thai]
- Nuangchalerm, P. (2007). 7E Science inquiry learning method. *Academic Journal*, 10(4), 25-30. [in Thai]
- Nuangchalerm, P. (2015). *Learning science in the 21st century*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Padungsakchaikul, B. Teachers Darasamutr School (2018, February 14). *Interview*. [in Thai]
- Polya, G. (1957). *How to solve it. A new aspect of mathematical method* (2nd ed). Princeton: Princeton University Press.
- Ponyiam, T. (2017). *The Study of Physics Problem Solving Ability and Physics Achievement on Momentum and Collisions of Tenth Grade Students by Using The Inquiry Method Incorporated with Polya's Problem Solving Technique*. (Master of Education Thesis, Burapha University). [in Thai]
- Redish, E. F. (1994). Implication of Cognitive Studies for Teaching Physics. *American Journal of Physics*, 62(9), 796-803. <https://doi.org/10.1119/1.17461>
- Rojas, S. (2010). On the Teaching and Learning of Physics Problem Solving. *Revista Mexicana de Física*, 56(1), 22-28.

- Rujinirun, C. (2009). Thai science education system will reach the stars or going to stage cancer at the end of episode 3 (ending) path to university. *Thai Journal of Physics*, 26(4), 22-26. [in Thai]
- Sonsrida, C. (2017). *The effects of 7e learning cycle with Polya's problem solving techniques on scientific concepts, problem solving abilities, and attitude towards physics of eleventh grade students* (Master thesis). Chonburi: Burapha University. [in Thai]
- Sripudyos, P., Srisanyong, S., & Singlop, S. (2016). A study effect of inquiry learning cycle (7Es) and cooperative learning with jigsaw 2 technique on plant responses to develop biological learning achievement, scientific concept and scientific mind for 11th grade students. *Journal of Education Naresuan University*, 18(2), 181-193. [in Thai]
- Subcommittee on the Development of Teaching and Production of Science Teaching Materials. (1982). *Teaching kit for science teachers, Volume 1*. Bangkok: Ministry of University Affairs. [in Thai]
- Thipkong, S. (2001). *Solving math problems*. Bangkok: Kurusapa Ladprao Printing. [in Thai]

บทความวิจัย (Research Article)

**การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบ
การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนักศึกษา
USING PROBLEM-BASED LEARNING APPROACH TO ENHANCE STUDENT TEACHERS'
LESSON DESIGN ABILITY FOR 21st CENTURY**

Received: September 30, 2020

Revised: November 4, 2020

Accepted: November 5, 2020

กิตติศักดิ์ ใจอ่อน^{1*} และกตัญญูตา บางโพ²
Kittisak Jai-on^{1*} and Katanyutar Bangtho²

^{1,2}คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

^{1,2}Faculty of Education, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University, Nakhon Si Thammarat 80280, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: kittisak_jai@nstru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนักศึกษา และศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย คือ นักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 4 คณะครุศาสตร์ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน จำนวน 47 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน 2) แบบประเมินความสามารถในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ตามกรอบแนวคิดของ Sahin (2009) 3) แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหา และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า 1) หลังจากจัดกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการนี้นักศึกษามีความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพิ่มขึ้น โดยนักศึกษามีความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 15.50, S.D. = 1.31) 2) ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.68, S.D. = 0.33)

คำสำคัญ: การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้

Abstract

The purposes of this research were to study the effects of problem-based learning approach in two aspects; the effect of the approach on the improvement of student teachers' lesson design ability for 21st century, and the effect on students' satisfaction. Participants in this research were 47 mathematics student. Research instruments consisted of lesson plans, assessment of the ability to design learning management plans adopted from Sahin (2009) Instructional Design Principles for 21st Century Learning Skills framework, observation form and questionnaires. The descriptive statistics, S.D., Average and Percent,

were used to analyze the data. The results were as follows; 1) After finish activity in each action cycle found students have more ability in design learning activity for 21st century and they have ability score in high level ($\bar{x}$ = 15.50, S.D. = 1.31) 2) the overall satisfaction level of problem-based learning approach was at the highest level ($\bar{x}$ = 4.68, S.D. = 0.33).

Keywords: Problem-Based Learning, Ability on Learning Management Design

บทนำ

สังคมไทยให้ความสำคัญต่อ “ครู” ว่าเป็นบุคคลสำคัญที่จะช่วยยกระดับคุณภาพของผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต (Office of the Education Council, 2013) และมีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนการสอน ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน สอนให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ รู้จักคิดเป็นแก้ปัญหาได้ เพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ คุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต ให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (Rodklai, 2017; Mapudh, 2017) คุณลักษณะครูที่ต้องการคือ ครูที่มีจิตวิญญาณของความเป็นครูและผู้ให้ มีความรู้ ความสามารถและทักษะในการจัดการเรียนรู้ ผู้อำนวยการสถานศึกษา ผู้สร้างแรงบันดาลใจ ตามทันเทคโนโลยี มีคุณธรรม มีความภาคภูมิใจในความเป็นไทย รู้ และเข้าใจอัตลักษณ์ของความเป็นพลเมืองและพลโลก สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 (Siridhrungsri, 2014)

ความท้าทายในการจัดการเรียนรู้ของครูในศตวรรษที่ 21 คือ ครูยุคใหม่ควรมีกระบวนการคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับการเรียนการสอนที่เน้นทักษะของการเรียนรู้ (Learning Skills) ทั้งของผู้เรียนและครู คือเน้นการลงมือปฏิบัติจริง (Action Learning) เตรียมผู้เรียนไปเป็นคนที่ทำงานที่ใช้ความรู้ และเป็นบุคคลพร้อมเรียนรู้และทักษะที่สำคัญที่สุดที่ครูต้องปลูกฝังให้กับนักเรียนเพื่อให้เขาได้เป็นคนที่มีทักษะการปฏิบัติงานและทักษะการเรียนรู้ของคนศตวรรษที่ 21 (Panich, 2012) ดังนั้น นักศึกษาครูที่จะไปเป็นครูในอนาคตจะต้องพัฒนาทักษะการเรียนรู้และทักษะในการทำหน้าที่ครูในศตวรรษที่ 21 ด้วยการที่จะพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่มีความสามารถดังกล่าว ครูจึงต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ และการจัดการเรียนรู้ที่ดีนั้นต้องเกิดจากการวางแผนและออกแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสม มีแบบแผนที่ชัดเจน ครอบคลุมเนื้อหา ทักษะ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ตลอดจนถึง การเลือกใช้เทคนิคการเรียนรู้ที่หลากหลาย ครูที่มีความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ จะเห็นแนวทางและหาวิธีการที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีคุณค่าและความหมายต่อชีวิต สร้างพลังแห่งการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการค้นพบวิธีการเรียนรู้ที่ประสิทธิภาพ และประสบผลสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด และการที่จะทำให้ครูจะเป็นผู้ที่มีความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้ที่ดีได้นั้น จำเป็นต้องมีการพัฒนาครูให้มีความสามารถดังกล่าว (Ariya et al., 2016)

Office of the Education Council (2013) ได้เสนอว่า การปฏิรูประบบการผลิตครูของครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ควรให้ทันสมัยสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาการและความรู้ พลิกรูปแบบของการผลิตและพัฒนาครูให้เป็นผู้จัดกระบวนการเรียนรู้ และการที่จะผลิตบัณฑิตครูให้เป็นผู้ที่สามารถจัดกระบวนการเรียนรู้ได้นั้น การจัดการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาครู ครูที่ทำหน้าที่สอนจะต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างแท้จริง และเน้นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญให้มากขึ้น ดังนั้น หลักสูตรครุศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ซึ่งหน่วยงานหนึ่งในการผลิตครู เห็นว่าแนวทางหนึ่งที่จะช่วยในการพัฒนาการเรียนการสอนให้นักศึกษาครูเกิดการเรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาสาระ กระบวนการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติจริง ฝึกการทำงานเป็นทีม ทักษะการคิดและทักษะการแก้ปัญหา คือการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นวิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองจากการค้นพบและนำไปสู่ความเข้าใจที่เพิ่มขึ้น โดยที่ผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากประสบการณ์ของผู้เรียนเพื่อการดึงดูดความสนใจให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น เพื่อให้เกิดการศึกษาค้นคว้า การแก้ปัญหาที่มีความหมายและการสร้างความรู้ใหม่ (Hmelo-Silver, 2004; Delisle, 1997) ซึ่งการเรียนรู้แบบนี้เป็นการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาในชีวิตประจำวันของผู้เรียนเพื่อเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ ค้นคว้าและบูรณาการความรู้ใหม่ที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในสถานการณ์จริง ผู้เรียนเป็นผู้แก้ปัญหาโดยอาศัยเงื่อนไขและกระบวนการต่างๆ ซึ่งอาจจะไม่ต้องมีความรู้พื้นฐานมาก่อน (Savery, 2006; Borrows, 1996) จะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติ และการฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญสำหรับครูในศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานหลักสำคัญ คือ ปัญหาที่ครูเลือกหรือออกแบบขึ้นมาจะต้องเป็นปัญหาที่อยู่ในชีวิตจริงของนักเรียน กระตุ้นและสร้างความสนใจให้นักเรียนอยากค้นหาคำตอบเพิ่มเติม มีแนวทางในการหาคำตอบได้หลากหลายวิธี ช่วยให้นักเรียนมีทักษะในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง

จากที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้นักศึกษาสามารถนำไปใช้จริงได้เมื่อออกฝึกปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนักศึกษา
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่อาศัยสถานการณ์ ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นและสร้างความสนใจให้ผู้เรียนอยากที่จะค้นคว้าหาวิธีการในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ปัญหาจะต้องมีความซับซ้อนซึ่งไม่ได้มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว โดยมีขั้นตอนที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การเชื่อมโยงปัญหา ขั้นตอนที่ 2 การจัดโครงสร้าง ขั้นตอนที่ 3 การเผชิญปัญหา ขั้นตอนที่ 4 การเผชิญปัญหาอีกครั้ง ขั้นตอนที่ 5 การสร้างผลงาน และขั้นตอนที่ 6 การประเมินประสิทธิภาพและปัญหา

2. ความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ขั้นตอนในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการทำงานร่วมกัน (Collaboration) การสร้างองค์ความรู้ (Knowledge Construction) การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ (Skilled Communication) การแก้ปัญหาในโลกจริงโดยมีขั้นตอน ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์เป้าหมายการเรียนรู้ คือ การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้และการเชื่อมโยงกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

2.2 การวิเคราะห์ผู้เรียน คือ พิจารณาคุณลักษณะ ความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

2.3 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ คือ เลือกรูปวิธีการในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยเน้นที่การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

2.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ มุ่งเน้นไปที่ผู้เรียนและการเรียนรู้ เน้นกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นการทำงานร่วมกัน การแก้ปัญหา และสร้างสภาพแวดล้อมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

2.5 การเลือกและใช้สื่อประกอบการเรียนรู้ คือ เลือกสื่อหรือเทคโนโลยีที่ทันสมัยและเหมาะสมกับผู้เรียน มีการตรวจสอบให้แน่ใจว่าผู้เรียนสามารถใช้สื่อนั้นได้และส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน

2.6 การวัดและประเมินผู้เรียน คือ เน้นให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองและประเมินเพื่อนในชั้นเรียนจากผลงานของกลุ่มหรือรายบุคคล

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย คือ นักศึกษาศาสาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 4 คณะครุศาสตร์ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 47 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ในงานวิจัยครั้งนี้ดำเนินการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้และมีเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลโดยได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน รายวิชาคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน จำนวน 3 หน่วย เป็นเวลา 24 คาบเรียน ประกอบด้วย หน่วยที่ 1 คณิตศาสตร์กับเพลง จำนวน 6 คาบเรียน หน่วยที่ 2 คณิตศาสตร์กับอาหาร จำนวน 6 คาบเรียน และ หน่วยที่ 3 คณิตศาสตร์กับชุมชน จำนวน 12 คาบเรียน โดยมีรายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	เนื้อหา	กิจกรรม
หน่วยที่ 1 คณิตศาสตร์กับเพลง	1. สถิติและความน่าจะเป็น 2. ความสัมพันธ์และกราฟ	ปัญหา 1. ให้นักศึกษาอภิปรายเกี่ยวกับเหตุผลว่าทำไมเพลงที่เลือกจึงได้รับความนิยม 2. ให้นักศึกษาสำรวจรูปแบบการใช้ตัวโน้ตที่อยู่ในเพลง พร้อมกับออกแบบการนำเสนอข้อมูล และเปรียบเทียบความเหมือนความต่างกับเพลงในประเภทต่างๆ 3. จากปัญหาในข้อที่ 1 และ 2 ให้ออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน บทบาทครู เชื่อมโยงปัญหาเข้ากับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ สังเกตวิธีการแก้ปัญหาของนักศึกษา พร้อมให้ข้อเสนอแนะ บทบาทนักศึกษา 1. เลือกเพลงที่สมาชิกในห้องชื่นชอบ (ส่วนใหญ่จะเป็นเพลงที่กำลังได้รับความนิยม) 2. ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง นำเสนอ อภิปราย เขียนแผนการจัดการเรียนรู้
หน่วยที่ 2 คณิตศาสตร์กับอาหาร	ปริมาตร	ปัญหา 1. ไม้จิ้มฟันหนึ่งขนาด $2 \times 3 \times 4$ ไม้จิ้มฟันสองขนาด $3 \times 3 \times 3$ ให้นักศึกษาหาวิธีการบอกขนาดของไม้จิ้มฟันชิ้นไหนมีขนาดใหญ่กว่ากันโดยไม่ใช้สูตรการหาปริมาตร 2. จากปัญหาในข้อที่ 1 ให้ออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน บทบาทผู้สอน เชื่อมโยงปัญหาเข้ากับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ สังเกตวิธีการแก้ปัญหาของนักศึกษา พร้อมให้ข้อเสนอแนะ บทบาทนักศึกษา 1. ทำไม้จิ้มฟันจำนวน 2 ขนาด พร้อมกับทำวีดิโอขั้นตอนการทำไม้จิ้มฟัน

แผนการจัดการเรียนรู้	เนื้อหา	กิจกรรม
		2. ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง นำเสนอ อภิปราย เขียน แผนการจัดการเรียนรู้
หน่วยที่ 3 คณิตศาสตร์กับชุมชน	การประยุกต์ใช้ ภูมิปัญญาท้องถิ่นใน การสอนคณิตศาสตร์	ปัญหา ให้นักศึกษาลงพื้นที่สำรวจภูมิปัญญาท้องถิ่นของตนเอง พร้อมกับวิเคราะห์เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ซ่อนอยู่ในภูมิปัญญา เพื่อ ใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ใน ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน บทบาทผู้สอน นำเสนอตัวอย่างภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เป็น เอกลักษณ์ของคนใต้พร้อมกับอภิปรายเกี่ยวกับความสำคัญของ ภูมิปัญญาท้องถิ่น เชื่อมโยงปัญหาเข้ากับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ สังเกตวิธีการแก้ปัญหาของนักศึกษา พร้อมให้ข้อเสนอแนะ บทบาทนักศึกษา 1. สำรวจภูมิปัญญาท้องถิ่นของตนเองเพื่อใช้ เป็นข้อมูลในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ใน ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2. ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมกับการนำไปจัด กิจกรรมให้เพื่อนๆในชั้นเรียน

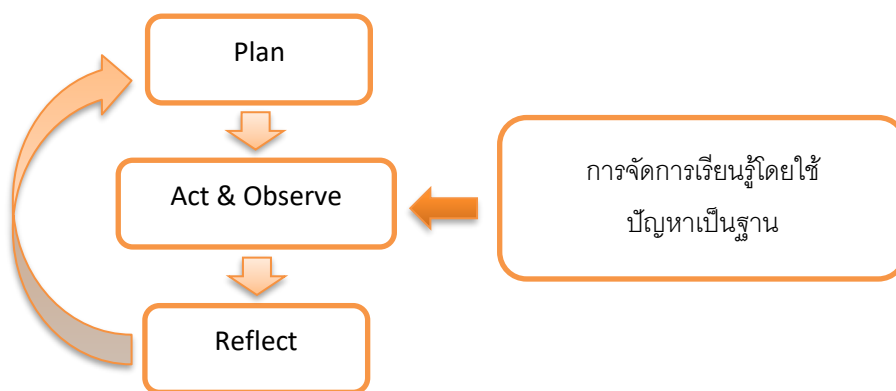
2. แบบประเมินความสามารถในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ตามกรอบแนวคิดของ Sahin (2009) ทั้งหมด 6 ด้านที่นิยามไว้ดังนี้ 1) การวิเคราะห์เป้าหมายการเรียนรู้ 2) การวิเคราะห์ผู้เรียน 3) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ 4) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5) การเลือกและใช้สื่อประกอบการเรียนรู้ และ 6) การวัดและประเมินนักเรียน โดยชิ้นงานที่ใช้ประเมินประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาและเล่มรายงาน ซึ่งแบบประเมินชิ้นงานมีลักษณะเป็นเกณฑ์คุณภาพ โดยแต่ละด้านได้แบ่งคุณภาพออกเป็น 4 ระดับ คือ ดีมาก ดี พอใช้ ปรับปรุง (3, 2, 1, 0) ค่าคะแนนรวมเท่ากับ 18 คะแนน ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือแบบประเมินความสามารถในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบหาค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมิน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ของแบบประเมิน นำมาหาค่า IOC โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.67- 1.00

3. แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหา ตามกรอบแนวคิดของ Sahin (2009) โดยบันทึกพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักศึกษา แนวคิดของนักศึกษา เพื่อนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการวิเคราะห์ความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งถัดไป

4. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของข้อความกับคุณลักษณะที่ต้องการวัด โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ของแบบสอบถาม นำมาหาค่า IOC โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.67- 1.00

การเก็บรวบรวมข้อมูล งานวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (cited in Nelson, 2013) เป็นวงจรทำซ้ำต่อเนื่องกัน 3 วงจร โดยในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีขั้นตอนการดำเนินการ 4 ขั้นตอน คือ 1) การวางแผน (Plan) ผู้วิจัยวางแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 2) การปฏิบัติตามแผน (Act) ผู้วิจัยจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีขั้นตอน ดังนี้ (1) ขั้นการเชื่อมโยงปัญหา คือ ครุณำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่อยู่ในชีวิตประจำวันของนักศึกษา (2) ขั้นการจัดโครงสร้าง คือครูให้นักศึกษาวิเคราะห์

โครงสร้างของปัญหาเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาซึ่งประกอบด้วย (3) ขั้นตอนการเผชิญปัญหา คือครูเน้นให้นักศึกษาสร้างแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาให้ได้หลากหลาย (4) ขั้นตอนการเผชิญปัญหาอีกครั้ง คือนักศึกษาแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา (5) ขั้นตอนการสร้างผลงาน คือนักศึกษาออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ (6) ขั้นตอนประเมินประสิทธิภาพและปัญหา คือ นักศึกษาประเมินผลงานของเพื่อนกลุ่มอื่นๆ 3) การสังเกต (Observe) ผู้วิจัยทำการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาในขณะที่ทำกิจกรรมในชั้นเรียนด้วยเครื่องมือ แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหา 4) การสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยนำผลจากชั้นสังเกตมาวิเคราะห์ถึงปัญหาของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อความสามารถในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษา จากนั้นทำการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไปจนครบ 3 วงจรของการวิจัยปฏิบัติการดังกล่าว 1 ซึ่งในระหว่างเรียนแต่ละหน่วย ผู้วิจัยและทีมวิจัยสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาของนักศึกษาเพื่อนำมา เป็นส่วนหนึ่งในการวิเคราะห์ความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ร่วมกับชิ้นงานของนักศึกษาแต่ละหน่วย



ภาพ 1 ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการของงานวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนักศึกษา ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์และตีความข้อมูลที่ได้จากชิ้นงานของนักศึกษาและแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาโดยใช้แบบประเมินความสามารถในการออกแบบที่สร้างขึ้นตามกรอบแนวคิดของ Sahin (2009) เพื่อประเมินความสามารถในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้วยสถิติพรรณนาได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีเกณฑ์ค่าเฉลี่ยความสามารถในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่วัดได้มีการแปลความหมายค่าระดับความสามารถ ได้แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ ปรับปรุง พอใช้ ดี ดีมาก

2. การศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์การตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ด้วยสถิติพรรณนาได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายค่าระดับความพึงพอใจ แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก มากที่สุด

ผลการวิจัย

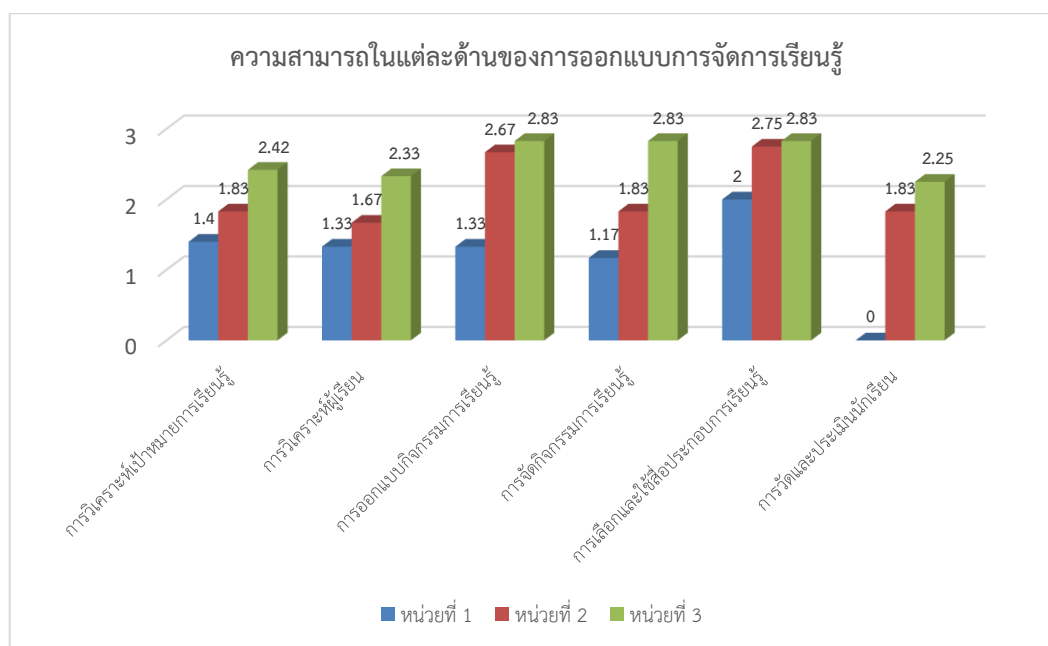
1. ผลการศึกษาความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนักศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยผลการประเมินระดับความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ ปรากฏดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงผลการประเมินระดับความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้

หน่วยที่	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	ร้อยละ	ระดับความสามารถ
1		7.25	0.97	40.28	พอใช้
2	18	12.67	1.37	70.37	ดี
3		15.50	1.31	86.11	ดีมาก

จากตาราง 2 พบว่า นักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 15.50$, S.D. = 1.31) เมื่อพิจารณาในภาพรวมจะพบว่านักศึกษามีความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในแต่ละหน่วยสูงขึ้นตามลำดับจากหน่วยที่ 1 ถึงหน่วยที่ 3 โดยคะแนนในหน่วยที่ 3 เพิ่มจากหน่วยที่ 1 เท่ากับ 8.25 คะแนน และเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 45.83

เมื่อพิจารณาผลการประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ตามเกณฑ์รูบริคส์ สามารถสรุปแยกตามความสามารถย่อยทั้ง 6 ด้านได้ ดังแผนภูมิ 1



แผนภูมิ 1 แสดงผลการประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละด้าน

จากผลการวิเคราะห์ในหน่วยที่ 3 พบว่า นักศึกษามีคณิตศาสตร์กับชุมชน นักศึกษาชั้นปีที่ 4 มีความสามารถแต่ละด้านของการออกแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่าด้านการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการเลือกและใช้สื่อประกอบการเรียนรู้ นักศึกษามีความสามารถมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.83 จากคะแนนเต็ม 3) และด้านที่มีคะแนนน้อย คือ ด้านการวัดและประเมินนักเรียน (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.25)

2. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า นักศึกษามีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}$) เท่ากับ 4.68 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.33 รายละเอียดแสดงในตาราง 3

ตาราง 2 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปลผล
1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานใช้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์จริง	5.00	0.00	พึงพอใจมากที่สุด
2. ปัญหาที่ใช้กระตุ้น และท้าทายให้นักศึกษาแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ	4.89	0.31	พึงพอใจมากที่สุด
3. ปัญหาที่นำมาใช้มีลักษณะคลุมเครือไม่ชัดเจน บางปัญหาหลายคำตอบหรือมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี	4.62	0.49	พึงพอใจมากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเน้นการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย	5.00	0.00	พึงพอใจมากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักศึกษา	5.00	0.00	พึงพอใจมากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเน้นกระบวนการแก้ปัญหาของนักศึกษา	4.91	0.28	พึงพอใจมากที่สุด
7. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเน้นกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลของนักศึกษา	4.68	0.47	พึงพอใจมากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง	4.85	0.36	พึงพอใจมากที่สุด
9. นักศึกษาได้รับคำแนะนำจากเพื่อนและครูผู้สอนในระหว่างการทำกิจกรรมและหลังทำกิจกรรม	4.53	0.50	พึงพอใจมากที่สุด
10. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งเสริมให้นักศึกษามีความสามารถในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียน	4.23	0.79	พึงพอใจมาก
11. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีประโยชน์และสามารถนำไปปรับใช้ในวิชาชีพของตนเองได้	5.00	0.00	พึงพอใจมากที่สุด
12. นักศึกษามีโอกาสในการปรับปรุง แก้ไข และอภิปรายเหตุผลเกี่ยวกับข้อค้นพบของกลุ่ม	4.48	0.50	พึงพอใจมาก
13. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ประเมินการทำงานของตนเองทั้งระหว่างและหลังทำกิจกรรม	4.66	0.48	พึงพอใจมากที่สุด
14. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีลำดับขั้นตอนเข้าใจง่าย	4.11	0.31	พึงพอใจมาก
15. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้	4.32	0.47	พึงพอใจมาก
รวม	4.68	0.33	พึงพอใจมากที่สุด

จากตารางพบว่า ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งลักษณะเด่นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในงานวิจัยนี้คือ ใช้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์จริง เน้นการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักศึกษา และกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีประโยชน์และสามารถนำไปปรับใช้ในวิชาชีพของตนเองได้ โดยที่นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 5$, S.D. = 0.00)

สรุปและอภิปรายผล

จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนักศึกษา มีประเด็นที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่นำมาอภิปรายดังต่อไปนี้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนักศึกษา พบว่า นักศึกษามีความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 15.50$, S.D. = 1.31) ซึ่งปัจจัยสำคัญในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ การใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของนักศึกษาเป็นตัวกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความสนใจอยากที่จะค้นหาคำตอบ และได้ลงมือปฏิบัติจริงผ่านการแก้ปัญหาร่วมกันภายในทีม โดยครูเปิดโอกาสให้นักศึกษามีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานในระหว่างและหลังทำกิจกรรมจึงทำให้นักศึกษามีระดับความสามารถในการออกแบบที่เปลี่ยนไปในทางที่ดีขึ้น เมื่อพิจารณาถึงระดับความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละด้านจากหน่วยที่ 1 จนถึงหน่วยที่ 3 พบว่า นักศึกษามีความสามารถด้านการออกจัดกิจกรรมการเรียนรู้และด้านการเลือกใช้สื่อซึ่งอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.83) คือนักศึกษาสามารถนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาเป็นข้อมูลในการสร้างสถานการณ์ปัญหา ตัวอย่างเช่น การนำขนมรังผึ้งที่มีรูปร่างต่างกันแต่ราคาเท่ากันมาออกแบบสถานการณ์เพื่อสอนการเปรียบเทียบพื้นที่ของวงกลมและสี่เหลี่ยม เป็นต้น และนักศึกษามีความสามารถด้านการวัดและประเมินนักเรียนมีคะแนนน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับด้านอื่น (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.25) ซึ่งอยู่ในระดับดี คือในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ นักศึกษามีการกำหนดการประเมินนักเรียนโดยครูเป็นคนประเมิน แต่ตามกรอบแนวคิดของ Sahin (2009) ด้านการกำหนดการวัดผลและประเมินผล จะต้องเน้นให้นักเรียนได้ประเมินตนเองและประเมินเพื่อนในชั้นเรียนจากผลงานของกลุ่มหรือรายบุคคล ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้ครูควรกระตุ้นให้นักศึกษาได้ออกแบบการประเมินที่สนับสนุนให้นักเรียนได้ประเมินผลงานของเพื่อนซึ่งสอดคล้องกับ Drăghicescu et al. (2014) ที่กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ครูจะต้องให้นักเรียนได้นำเสนอผลงานที่ได้จากการทำกิจกรรมกลุ่มพร้อมกับการเสนอแนะแนวทางการแก้ไขของเพื่อนกลุ่มอื่นเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ผ่านการประเมิน ส่วนความสามารถด้านการวิเคราะห์ผู้เรียน จะต้องพิจารณาความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน คือนักศึกษาจะต้องวิเคราะห์เนื้อหาสาระที่จะใช้ในการออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสมกับนักเรียน โดยวิเคราะห์ความรู้เดิมของนักเรียนที่เรียนมาก่อนหน้าเพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น และความสามารถด้านการออกแบบ การจัดการเรียนรู้และการเลือกใช้สื่ออยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับ Hmelo-Silver (2004) ที่กล่าวว่า หลักสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้มีความรู้เพิ่มขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะในการเรียนรู้ด้วยตนเอง และช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับ Klomim (2017) ที่ได้เสนอบทความเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานจะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้สามารถจดจำได้ดี ส่งเสริมการทำงานเป็นทีมผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถนำความรู้ไปใช้ได้จริง ผลักดันให้ผู้เรียนนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาใช้แก้ปัญหา โดยมีเป้าหมายให้นักศึกษามีความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้นักศึกษาเห็นความสำคัญของสิ่งที่เรียนกับการปฏิบัติงานในอนาคต

2. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า นักศึกษามีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x} = 4.68$, S.D. = 0.33) เนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนส่งเสริมให้เกิดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ คือ การใช้ปัญหาเป็นหลักในการจัดกิจกรรมโดยที่ผู้วิจัยได้ออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่อยู่ในชีวิตประจำวันของนักศึกษาเพื่อกระตุ้นและดึงดูดความสนใจให้นักศึกษาอยากอยากรู้ มีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักศึกษาได้คิดแก้ปัญหา ใช้ปัญหาเป็นฐานโดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เน้นการทำงานเป็นทีม ซึ่งสอดคล้องกับ Jones (2006) ที่ได้เสนอความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานคือ ผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้ลงมือปฏิบัติจริง ปัญหาจะต้องกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนเน้นการเรียนรู้ในสถานการณ์จริง และสอดคล้องกับ Panghom et al. (2016) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อกิจกรรมนั้นๆ คือ กิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเองและค้นพบองค์ความรู้ตนเองจะทำให้นักเรียนมีความภูมิใจ รวมทั้งได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในงานวิจัยครั้งนี้เน้นเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่อยู่ในโลกจริงของผู้เรียน ครูจะต้องออกแบบสถานการณ์ปัญหาให้สอดคล้องกับประสบการณ์หรือบริบทในชีวิตจริงของผู้เรียน โดยเฉพาะนักศึกษาครูสาขาวิชาคณิตศาสตร์ที่จะต้องออกปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา ดังนั้น ปัญหาที่ใช้จะต้องเป็นปัญหาที่เกี่ยวกับวิธีการสอนคณิตศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานฝึกให้นักศึกษาได้วิเคราะห์สาระทางคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหา เน้นให้นักศึกษาได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นทีมและลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งนักศึกษาอาจไม่คุ้นเคยกับการเรียนการสอนแบบนี้มาก่อน ครูจึงต้องทำหน้าที่ในการเป็นผู้อำนวยความสะดวก คอยกระตุ้นให้นักศึกษาคิดแก้ปัญหา วิเคราะห์แนวทางการแก้ปัญหาเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียนของตนเอง

1.2 แนวทางการส่งเสริมความสามารถของนักศึกษาในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ควรจัดกิจกรรมที่เน้นทักษะการแก้ปัญหา การทำงานร่วมกันเป็นทีมเพื่อคิดวิเคราะห์เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงของผู้เรียนที่บูรณาการเข้ากับเนื้อหาสาระวิชาคณิตศาสตร์ในช่วงวัยนั้นๆ ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถของนักศึกษาครูในการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนสมรรถนะของนักเรียน

2.2 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนักศึกษาครูที่ฝึกปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงหลักสูตรระดับอุดมศึกษา

References

- Ariya, K., Kaewurai, W., & Chaisanit, P. (2016). A development of an instructional model based-on differentiated instruction approach to enhance the ability of learning management design of 21st century for student teachers, Rajabhat University. *Lampang Rajabhat University Journal*, 5(2), 1-17. [in Thai]
- Borrows, H. S. (1996). Problem-Based Learning in Medicine and Beyond: A Brief Overview, In L. Wilkerson and W.H. Gijsselaers (eds.), *New Directions for Teaching and Learning Series*, No. 68 (pp. 3-11). San Francisco: Jossey-Bass.
- Delisle, R. (1997). *How to use problem-based learning in the classroom*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Drăghicescu, L. M., Petrescu, A. M., Cristea, G. C., Gorghiu, L. M., & Gorghiu, G. (2014). Application of problem-based learning strategy in science lessons—Examples of good practice. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 149, 297-301.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16, 235-266.

- Jones, R. W. (2006). Problem-based learning: Description, advantages, disadvantages, scenarios and facilitation. *Anaesthesia and Intensive Care*, 34(4), 485-488.
- Klomim, K. (2017). How to learning problem based learning: coursed design and development coursed for students teachers. *Journal of graduate studies Valayu Alongkorn Rajabhat University*, 11(2), 179-192. [in Thai]
- Mapudh, C. (2017). Teacher competency and professional standards in accordance with the changing conditions of Thai society. In Office of the Education Council. *System and model of teacher development suitable for Thai society and internationalization* (pp. 3-27). Bangkok: Prikwan Graphic. [in Thai]
- Nelson, D. (2013). Action Research: An Appropriate Research Paradigm for Practitioners. *Language in India*, 13(10), 183-196.
- Office of the Education Council. (2013). *Teacher policy*. Bangkok: Office of the Education Council. [in Thai]
- Panghom, R., Srisanyong, S., & Teeravanittrakul, S. (2016). Construction of learning packages using a problem-based approach relating geographical phenomena for matthayomsuksa IV students. *Journal of Education Naresuan University*, 18(4). 278-293. [in Thai]
- Panich, V. (2012). *How to create learning for students in the 21st century*. Bangkok: Sodsri-Saritwong Foundation. [in Thai]
- Rodklai, K. (2017). *System and model of teacher development suitable for Thai society and internationalization*. Bangkok: Prikwan Graphic. [in Thai]
- Sahin, M. C. (2009). Instructional design principles for 21st century learning skills. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1, 1464–1468.
- Savery, J. R. (2006). Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9-20.
- Siridhrungsri, P. (2014). Improve the quality of teachers in the 21st century. In *Learning Progress to Change Thailand meeting* (pp. 8-10). Bangkok: IMPACT Arena. [in Thai]

บทความวิจัย (Research Article)

การแกะรอยเส้นทางการเรียนรู้ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ ในรายวิชาชีววิทยา
TRACKING GRADE 11 STUDENTS' LEARNING PATHWAYS OF SCIENTIFIC
REASONING THROUGH ADAPTIVE INSTRUCTION IN BIOLOGY

Received: January 15, 2020

Revised: March 4, 2020

Accepted: March 9, 2020

ชญากานต์ ส่วนบุญ^{1*} และ จีระวรรณ เกษสิงห์²
Chayakarn Suanboon^{1*} and Jeerawan Ketsing²

^{1,2}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์^{1,2}Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10220, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: chayakarn.sua@ku.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อค้นหาเส้นทางการเรียนรู้ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ จำนวน 38 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อคำถามปลายเปิด ครอบคลุมการให้เหตุผลแบบนิรนัย ประกอบด้วยการสร้างสมมติฐานที่เป็นไปได้ การระบุและควบคุมตัวแปร และการสร้างข้อสรุปจากการทดลอง และการให้เหตุผลแบบอุปนัย ประกอบด้วยการสรุปความทั่วไปจากการค้นหา รูปแบบ การอุปมาอุปไมย และการให้เหตุผลโดยการกำจัดปัจจัยแทรกซ้อน จากนั้นใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเพื่อระบุเส้นทางการเรียนรู้ของนักเรียน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีเส้นทางการเรียนรู้ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 3 เส้นทาง โดยทั้ง 3 เส้นทาง มีจุดเริ่มต้นเหมือนกันในส่วนการให้เหตุผลแบบนิรนัยและความสัมพันธ์ของนิรนัยกับอุปนัย คือ การให้เหตุผลโดยการกำจัดปัจจัยแทรกซ้อนจะพัฒนาได้ก็ต่อเมื่อนักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย ในองค์ประกอบการระบุและควบคุมตัวแปร และการสร้างสมมติฐานที่เป็นไปได้มาก่อน ส่วนเส้นทางที่ฉีกแยกจากกันจะเริ่มต้นที่การให้เหตุผลแบบอุปนัย ซึ่งผลการวิจัยที่ได้นี้เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในวิชาชีววิทยาและการออกแบบหลักสูตรเพื่อไต่ระดับของการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

คำสำคัญ: การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผลแบบนิรนัย การให้เหตุผลแบบอุปนัย การจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ
เส้นทางการเรียนรู้

Abstract

The study aimed to investigate 38 eleventh graders' learning pathways of scientific reasoning as they went through the adaptive instruction. Data were obtained from the scientific reasoning test consisted of 2 folds of scientific reasoning ability: deduction (Probabilistic Thinking, Control Variables, and Establishing Conclusion) and induction (Enumerative Generalizations, Analogical Comparisons, and Eliminative Causal Reasoning). A content analysis was employed to track students' learning pathways of the two reasoning abilities. Results indicate 3 learning pathways.

The pathways were similar in term of their route on deductive reasoning, and the relationship between deduction and induction reasonings. For instead, the children can develop the eliminative causal reasoning if they already have deductive ability to control variables and propose possible hypotheses (probabilistic thinking). The different point among these 3 pathways was started from the connecting route between deduction and induction. Results of this study suggest an appropriate sequencing step of learning scientific reasoning that could be used in a biology course and curriculum design.

Keywords: Adaptive Instruction, Deduction, Induction, Learning Pathway, Scientific Reasoning

บทนำ

“...จงให้เหตุผลประกอบการอธิบาย” เป็นข้อความทั้งท้ายของข้อคำถามปลายเปิดในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ที่คุณครูหลายคนคุ้นชิน เนื่องจากเป็นข้อความนี้มักปรากฏในใบกิจกรรม แบบทดสอบ หรือคำพูดติดปากของคุณครูขณะจัดการเรียนการสอน อย่างไรก็ตามสิ่งที่คุณครูมักได้ยินในคำตอบของนักเรียนอาจเป็นเพียงการนำข้อมูลดิบมากล่าวซ้ำ หรือการใช้ความรู้สึกหรือความคิดเห็นมากกว่าเป็นการใช้หลักฐานและเหตุผลประกอบการอธิบาย ซึ่งตัวผู้วิจัยเองในฐานะนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูก็ประสบเหตุการณ์เดียวกันนี้ในชั้นเรียนอยู่บ่อยครั้ง นอกจากนี้ข้อมูลจากการวัดความต้องการจำเป็น (Needs Assessment) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอนเกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัยและแบบอุปนัยในเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ด้วยแบบวัดที่เป็นสถานการณ์และมีคำถามปลายเปิด พบว่า นักเรียนร้อยละ 73.91 (17 กลุ่มจาก 23 กลุ่ม) ไม่สามารถแสดงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ นักเรียนมักเขียนคำตอบในลักษณะกลุ่มคำ หรือคำสำคัญ หรือข้อกล่าวอ้างของตนเองโดยไม่ระบุเหตุผลสนับสนุนหรือเชื่อมโยงข้อมูลที่กำหนดให้การตอบคำถาม โดยมากเป็นเพียงการนำเสนอข้อคิดเห็นของตนต่อสถานการณ์ พร้อมกับข้อเท็จจริงซึ่งเป็นเนื้อหาที่ได้จากการเปิดหนังสือเรียน ทั้งนี้ในการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ พบว่า นักเรียนไม่สามารถแยกแยะระหว่างเหตุผลกับข้อมูลได้ นักเรียนเข้าใจว่าการให้เหตุผลคือการนำเสนอข้อมูล ทั้งที่ความจริงแล้วการให้เหตุผลเป็นการสร้างคำอธิบายว่าข้อมูลนั้นมีความหมายอย่างไร โดยอิงกับหลักคิดทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ ที่ผู้วิจัยต้องการทราบว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างไร และผู้วิจัยจะทำอะไรเพื่อช่วยพัฒนานักเรียนในเรื่องนี้ โดยจากการตรวจสอบเอกสารพบว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการคิดของนักเรียนในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น โดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อาทิ การสังเกต การตรวจสอบ การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง เป็นต้น และนำหลักฐานดังกล่าวเป็นฐานในการคิดเพื่อเชื่อมโยงไปสู่ข้อสรุป ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยนี้สนใจการให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) และการให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) โดยหาความสัมพันธ์ว่าการให้เหตุผลทั้งสองด้าน เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการศึกษาประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จากนักวิชาการและนักการศึกษาหลายประเภทที่แตกต่างกัน แล้วจำแนกการให้เหตุผลได้เป็น 2 มุมมอง ได้แก่ 1) การให้เหตุผลที่เริ่มต้นจากเหตุไปยังผล คือ การให้เหตุผลแบบนิรนัย การให้เหตุผลอธิบาย และการให้เหตุผลแบบนิรนัยเชิงสมมติฐาน และ 2) การให้เหตุผลที่เริ่มต้นจากผลไปยังเหตุ คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัย การให้เหตุผลสมมติฐาน และการให้เหตุผลแบบตัดทอน เมื่อพิจารณาที่คำจำกัดความของการให้เหตุผลแต่ละประเภท เห็นว่ามีการให้ความหมายที่ทับซ้อนกันอยู่ กล่าวคือการให้เหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัยมีความหมายที่กว้างและครอบคลุมการให้เหตุผลอื่นๆ ในแง่ของเหตุและผล ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้เลือกที่จะศึกษาการให้เหตุผลแบบนิรนัยและแบบอุปนัย เพื่อเป็นพื้นฐานในการต่อยอดพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลรูปแบบอื่นๆ ต่อไป

การให้เหตุผลแบบนิรนัย คือ การนำความรู้พื้นฐานซึ่งเป็นสิ่งที่รู้มาก่อนและยอมรับว่าเป็นความจริง มาเป็นกรอบแนวคิดในการสร้างข้อสรุป โดยผ่านกระบวนการทดสอบสมมติฐานที่มีความน่าเชื่อถือและคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในอดีตหรืออนาคต (Lawson, 2005) โดยมี 3 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ 1) การสร้างสมมติฐานที่เป็นไปได้ (Probabilistic

Thinking) หมายถึง การที่นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานและคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ของปรากฏการณ์จากสมมติฐานที่ตั้งขึ้น

2) การระบุและควบคุมตัวแปร (Control of Variables) คือ การที่นักเรียนสามารถกำหนดและระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุม ของการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้ (Lawson, 1985, 2005) และ 3) การสร้างข้อสรุปจากการทดลอง (Establishing Conclusion) หมายถึง การที่นักเรียนสามารถสร้างข้อสรุปโดยการเชื่อมโยงสมมติฐานและตัวแปรต่างๆ ในการทดลอง โดยอาศัยข้อมูลหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือและการให้เหตุผลประกอบ

การให้เหตุผลแบบอุปนัย คือ การสร้างข้อสรุปหรือหลักการ โดยผ่านกระบวนการวิเคราะห์ และแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์ย่อยหลายครั้ง จากนั้นนำข้อมูลหลักฐานที่ได้มาประกอบกับหลักคิดในเรื่องความเป็นไปได้เพื่อนำไปสู่การลงข้อสรุป มี 3 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ 1) การสรุปความทั่วไปจากการค้นหารูปแบบ (Enumerative Generalization) หมายถึง การที่นักเรียนสามารถระบุรูปแบบที่ปรากฏในข้อมูลที่กำหนดให้ หรือสามารถจำแนกแยกแยะข้อมูลและลงข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูล 2) การอุปมาอุปไมย (Analogical Comparison) คือการที่นักเรียนสามารถเรียนรู้สถานการณ์ใหม่ที่พบ โดยอาศัยการเทียบเคียงความรู้เดิมที่เคยรู้มาก่อนกับแนวคิดเรื่องใหม่ได้ และ 3) การให้เหตุผลโดยการกำจัดปัจจัยแทรกซ้อน (Eliminative Causal Reasoning) หมายถึง การที่นักเรียนสามารถระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ โดยผ่านการจัดกระทำสิ่งแวดล้อมหรือลดปัจจัยแทรกซ้อนในสถานการณ์ปัญหาเพื่อบ่งชี้สาเหตุของปัญหานั้นๆ ได้อย่างมากที่สุด (Overholser, 1993)

จากการตรวจเอกสาร พบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาของไทยมีปัญหาเกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ อาทิ Soncha et al. (2018) รายงานว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวนมากขาดทักษะการสร้างสมมติฐาน และการสรุปความทั่วไปจากการค้นหารูปแบบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Suttakun and Ladachart (2014) และ Akerson and Abd-El-Khalick (2005) ที่พบว่า นักเรียนไม่สามารถลงข้อสรุปบนพื้นฐานของหลักฐานได้ ทั้งนี้งานวิจัยที่ผ่านมาเห็นสอดคล้องกันว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถพื้นฐานสำหรับการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) เนื่องจากการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการใช้กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลอันนำไปสู่การสร้างข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและหลักฐานเชิงประจักษ์จนนำไปสู่การจัดการกับข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อทำความเข้าใจทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์ (Zimmerman, 2007)

ดังนั้น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนจึงไม่ควรจำกัดอยู่แค่เพียงแนวคิดวิทยาศาสตร์ แต่ควรฝึกให้ผู้เรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้วย (National Research Council, 2012) การตรวจเอกสารยังพบว่านักการศึกษาส่วนใหญ่ยอมรับว่า บุคคลใช้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งแบบนิรนัยและอุปนัยในการค้นหาคำตอบของคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ (Lawson, 2005) แม้เช่นนั้นงานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพียงรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง จึงทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างการใช้เหตุผลทั้งสองรูปแบบดังกล่าวได้ ส่งผลให้การเรียนการสอนในชั้นเรียนขาดการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ซึ่งงานวิจัยนี้จะให้คำตอบเกี่ยวกับช่องว่างขององค์ความรู้ในเรื่องนี้

สำหรับการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการพัฒนาและศึกษาเส้นทางการเรียนรู้ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ การจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Instruction) ซึ่งก็คือ การจัดการเรียนรู้ที่ครูปรับเปลี่ยนกิจกรรมการเรียนรู้และเทคนิคการสอนเพื่อให้สอดคล้องกับผู้เรียนที่มีความหลากหลาย โดยการวินิจฉัยนักเรียนเพื่อให้ทราบจุดแข็งจุดอ่อนของนักเรียนรายบุคคลด้วยการสังเกตและเก็บข้อมูลก่อนเรียนและระหว่างเรียน แล้วนำผลการวิเคราะห์ให้ผู้เรียนมาใช้ออกแบบและปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความสอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล (Kakosimos, 2015) โดยงานวิจัยที่ผ่านมาสนับสนุนว่าการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะสามารถช่วยติดตามความก้าวหน้าในการเรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ (Corcoran & Silander, 2009) ซึ่งว่าลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะที่อาศัยการสังเกตและเก็บข้อมูลก่อนเรียนและระหว่างเรียนเพื่อนำมาใช้ออกแบบและปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยติดตามเส้นทางการเรียนรู้ของนักเรียนได้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจนำการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะมาใช้ในการพัฒนาผู้เรียน เพราะมีความยืดหยุ่น สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับธรรมชาติ

การเรียนรู้ของนักเรียนได้ ทั้งยังเป็นการสอนที่เน้นให้เกิดการพัฒนาทั้งครูและผู้เรียนไปพร้อมกัน โดยเน้นติดตามกระบวนการคิดและการเรียนรู้ของตนเอง (Vaughn, 2015)

โดยเส้นทางการเรียนรู้ (Learning Pathways) คือรูปแบบ (Pattern) หรือลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งไม่มีรูปแบบตายตัว ขึ้นกับแต่ละบุคคล และอาจสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับสิ่งที่หลักสูตรกำหนด โดยงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า เส้นทางการเรียนรู้ที่ได้มาจากการสังเคราะห์และตีความจากข้อมูลจริงของนักเรียน นั่นคือ เส้นทางการเรียนรู้จะออกมาในรูปแบบใด ขึ้นอยู่กับการตีความและมุมมองของผู้วิจัย (Lens) ที่ใช้ในการศึกษาความก้าวหน้าในการเรียนรู้ (Clements, 2007; Clements & Sarama, 2004; Sullivan et al., 2004) ซึ่งงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ศึกษาเส้นทางการเรียนรู้ของแนวคิดวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนแต่ละคนมีเส้นทางการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์เดิมกับการจัดการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นในห้องเรียน ซึ่งถ้าหากสามารถติดตามและระบุรูปแบบของเส้นทางการเรียนรู้ของนักเรียนได้ จะช่วยให้ครูและนักการศึกษาสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยผลักดันให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Adadan et al., 2010) ในทำนองเดียวกัน หากเราสามารถแกะรอยเส้นทางการเรียนรู้ของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ก็จะช่วยให้ครูสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานสำหรับการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ในโลกปัจจุบันได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาและค้นหาเส้นทางการเรียนรู้ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ

วิธีดำเนินการวิจัย

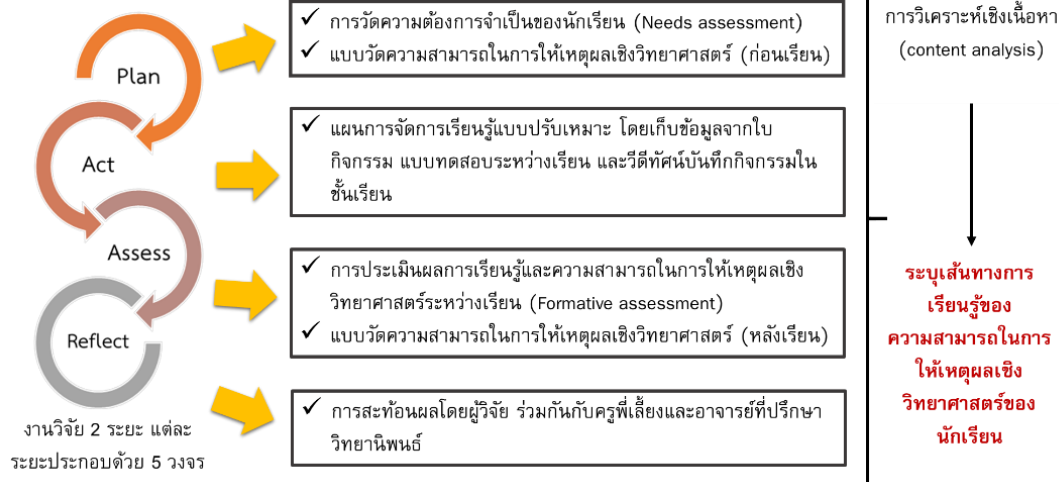
รูปแบบงานวิจัย

งานวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) นี้ดำเนินการภายใต้กรอบแนวคิดของ Inoue (2015) ที่แบ่งงานวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ตามองค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ระยะที่ 1 ประกอบด้วย 5 วงจร (Cycle) ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ 5 แผน ที่มีการสอดแทรกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การสรุปความทั่วไปจากการค้นหารูปแบบ การอุปมาอุปไมย และการให้เหตุผลโดยการกำจัดปัจจัยแทรกซ้อน โดยการวิจัยระยะที่ 1 นี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ครอบคลุมแผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องวิวัฒนาการ จำนวน 5 แผน ใช้เวลา 15 คาบเรียนๆ ละ 50 นาที

งานวิจัยระยะที่ 2 ประกอบด้วย 5 วงจร เช่นเดียวกัน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ 5 แผน ที่สอดแทรกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 องค์ประกอบ ได้แก่ การสร้างสมมติฐานที่เป็นไปได้ การระบุและควบคุมตัวแปร การสร้างข้อสรุปจากการทดลอง การสรุปความทั่วไปจากการค้นหารูปแบบ การอุปมาอุปไมย และการให้เหตุผลโดยการกำจัดปัจจัยแทรกซ้อน โดยการวิจัยระยะนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ครอบคลุมแผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตและระบบประสาท จำนวน 5 แผน ใช้เวลา 15 คาบเรียนๆ ละ 50 นาที ดังสรุปภาพรวมงานวิจัยในภาพ 1

Multiple cycles and phases

(Inoue, 2015)



ภาพ 1 วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 1 กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้จากการคัดเลือกแบบจำเพาะเจาะจง จากห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอน รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ปีการศึกษาที่ 2561 มีนักเรียน 38 คน เป็นชาย 18 คน (ร้อยละ 47.37) และหญิง 20 คน (ร้อยละ 52.63) ในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ บทความนี้อ้างถึงนักเรียนรายบุคคลโดยใช้สัญลักษณ์ S ตามด้วยหมายเลข 1-38 ทั้งนี้เป็นไปตามหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย คือ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ภาคเรียนที่ 1 เรื่อง วิวัฒนาการ ครอบคลุม 5 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 3 คาบเรียน ภาคเรียนที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต ระบบประสาท และระบบต่อมไร้ท่อ ครอบคลุม 5 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 3 คาบเรียน ใช้เวลาสอนทั้งสิ้น 30 คาบเรียนๆ ละ 50 นาที ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้แสดงในตาราง 1

ตาราง 1 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

การจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต (เน้นพัฒนาองค์ประกอบย่อย การอุปมาอุปไมย)
1. ขั้นวางแผน เป็นการเตรียมความพร้อมของครูก่อนสอน มีเป้าหมายเพื่อเลือกเทคนิคการสอนและรูปแบบกิจกรรมที่เหมาะสมกับนักเรียน	ครูจัดกลุ่มนักเรียนโดยพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของนักเรียนในห้อง โดยเลือกนักเรียนที่พอจะเข้ากันได้เพื่อให้สามารถพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน เพื่อช่วยให้การทำงานกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม นำนักเรียนเข้าสู่บทเรียน โดยเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมของนักเรียน	นักเรียนศึกษาแผนภาพแนวคิดเรื่องวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่นำเสนอโดยลามาร์กและดาร์วิน (แผนภาพแสดงรูปของยิราฟตามทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์ทั้งสองคน เปรียบเทียบกับยิราฟในปัจจุบัน) โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดว่ายิราฟที่นักเรียนรู้จักในปัจจุบันนี้มีความสอดคล้องกับแนวคิดวิวัฒนาการของนักวิทยาศาสตร์ทั้งสองท่านหรือไม่ อย่างไร
3. ขั้นดำเนินการกิจกรรม จัดการเรียนรู้ในลักษณะสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ โดยครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ ทักษะการให้	ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตลักษณะการเปลี่ยนแปลงของแผนภาพที่แทนแนวคิดของลามาร์ก และดาร์วิน โดยใช้สมาร์ทโฟนแสดงความคิดเห็น ผ่านเว็บไซต์ www.mentimeter.com ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนและนักเรียนทั้งห้องมองเห็นความคิดของทั้งกลุ่มตนและ

การจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต (เน้นพัฒนาองค์ประกอบย่อย การอุปมาอุปไมย)
เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ต้องการพัฒนา และบริบทของนักเรียนในชั้นเรียน	กลุ่มอื่น พร้อมทั้งเห็นความคิดส่วนใหญ่ของเพื่อนในห้องเรียน หลังจากนั้นครูนำเสนอสินค้าแก้วเหลืองยี่ห้อดังจากบริษัท X และบริษัท Y ให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงการแข่งขันทางการตลาดกับแนวคิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่ได้เรียนมาก่อนหน้า (การใช้กระบวนการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่มีการพัฒนา ปรับรูปแบบผลิตภัณฑ์ของสินค้าให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค แล้วให้นักเรียนใช้ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดวิวัฒนาการมาอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ว่ามีความเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร เพื่อฝึกฝนความสามารถในการอุปมาอุปไมยของนักเรียน)
4. ชั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ไปใช้ในเหตุการณ์ใหม่ ซึ่งครูต้องจัดกิจกรรมหรือยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่ทำหายหรือต่างไปจากบทเรียนเพื่อให้นักเรียนมีความรู้สึกซึ่ซ้น และถ่ายโอนองค์ความรู้ที่ได้รับในชั้นเรียนไปอธิบายบริบทใหม่ได้	ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อให้ได้ข้อสรุปทฤษฎีวิวัฒนาการที่มีความเป็นไปได้และน่าเชื่อถือ ร่วมกับการเชื่อมโยงความรู้เข้ากับผลประกอบการและเทคนิคในการแข่งขันทางการตลาดกับแก้วเหลือง 2 ยี่ห้อ (เนื่องจากแนวคิดวิวัฒนาการไม่สามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการแข่งขันทางการตลาดได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นจึงใช้การอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการอุปมาอุปไมย ว่านักเรียนสามารถเรียนรู้สถานการณ์ใหม่ที่พบ โดยอาศัยการเทียบเคียงความรู้เดิมที่เคยรู้มาก่อนได้ แต่ยังคงมีความแตกต่างกันระหว่างความรู้เดิมกับประสบการณ์ใหม่บางอย่างอยู่)
5. ขั้นสรุปที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม เปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างข้อสรุปของกิจกรรมให้เข้าใจตรงกันทั้งชั้นเรียนผ่านการนำเสนอข้อสรุปของตนเอง แล้วเปรียบเทียบกับของคนอื่น จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาข้อสรุปที่เป็นฉันทามติของห้อง	ครูนำเสนอผลประกอบการของธนาคารพาณิชย์ 3 แห่ง แล้วให้นักเรียนใช้ความรู้จากทฤษฎีวิวัฒนาการมาอธิบายการเติบโตทางธุรกิจของธนาคารทั้ง 3 แห่ง (มีลักษณะของกิจกรรมที่ใช้กระบวนการคิดเช่นเดียวกันกับกิจกรรมแก้วเหลืองในชั้นเรียน แต่เปลี่ยนบริบทไปใช้ผลประกอบการของธนาคารพาณิชย์ เพื่อฝึกฝนนักเรียนเกี่ยวกับการอุปมาอุปไมยอีกครั้ง)
6. ขั้นสะท้อนผล เกิดขึ้นหลังเสร็จสิ้นการสอน โดยครูประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยวิเคราะห์คำตอบและพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก เพื่อวินิจฉัยเส้นทางการเรียนรู้ของนักเรียน	นักเรียนส่งใบกิจกรรม จากนั้นครูสะท้อนผลจากการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จากการตรวจใบกิจกรรม เพื่อนำไปปรับปรุงการสอนของตนเองในครั้งต่อไป และส่งคืนใบกิจกรรมให้กับนักเรียนในคาบต่อไปพร้อมทั้งสะท้อนผลการทำงานแก่นักเรียนก่อนขึ้นเรื่องต่อไปด้วย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย คือ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหาทางชีววิทยา 5 สถานการณ์ และข้อคำถามปลายเปิดทั้งหมด 6 ข้อ ครอบคลุมองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย 3 ข้อ และแบบอุปนัย 3 ข้อ ดังกล่าวในบทนำ สถานการณ์ปัญหาที่ใช้ ได้แก่ 1) การทดลองพิสูจน์สมบัติสารพันธุกรรมของกริฟฟิธ (Griffith) 2) เอนไซม์ที่ใช้ในกระบวนการเพิ่มจำนวนตัวเองของดีเอ็นเอ 3) ระบบบาร์โค้ดกับการสังเคราะห์โปรตีน 4) โครงสร้างดีเอ็นเอ และ 5) การทดลองของ แอเวอรี่ (Avery) แมคลอร์ด (MacLeod) และแมคคาร์ที (McCarty) แบบวัดผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน คือ อาจารย์จากคณะศึกษาศาสตร์ 3 ท่าน เชี่ยวชาญในสาขาชีววิทยา ศาสตร์ศึกษา อาจารย์จากคณะวิทยาศาสตร์ 1 ท่าน เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาชีววิทยา และครูชำนาญการพิเศษ 1 ท่าน เชี่ยวชาญการสอนชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษา จากนั้นผู้วิจัยทำการปรับปรุงแบบวัดตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วจึงนำแบบวัดไปทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มนักเรียนที่มีบริบทใกล้เคียงกับ

ผู้เข้าร่วมวิจัย จำนวน 51 คน เป็นเวลา 100 นาที เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของรูปภาพ ภาษา และระยะเวลาในการทำแบบวัด ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา เสร็จแล้วจึงดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองกับกลุ่มที่ศึกษา ใช้เวลาทำแบบวัดครั้งละ 2 คาบเรียน (100 นาที) คือ ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปรับเปลี่ยน

บันทึกหลังสอนของครู โดยผู้วิจัยจะบันทึกเกี่ยวกับการสอนของผู้วิจัยเองว่ามีกระบวนการอย่างไร ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร มีปัญหาหรืออุปสรรคอย่างไรบ้าง และพฤติกรรมการตอบสนองต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นอย่างไร เพื่อสะท้อนคิดสิ่งที่เป็นปัจจัย ด้านบวกและปัจจัยด้านลบของการจัดการเรียนการสอนและการแสดงออกซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แล้วทำการแก้ไข ปรับปรุง และออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไปให้ดียิ่งขึ้น

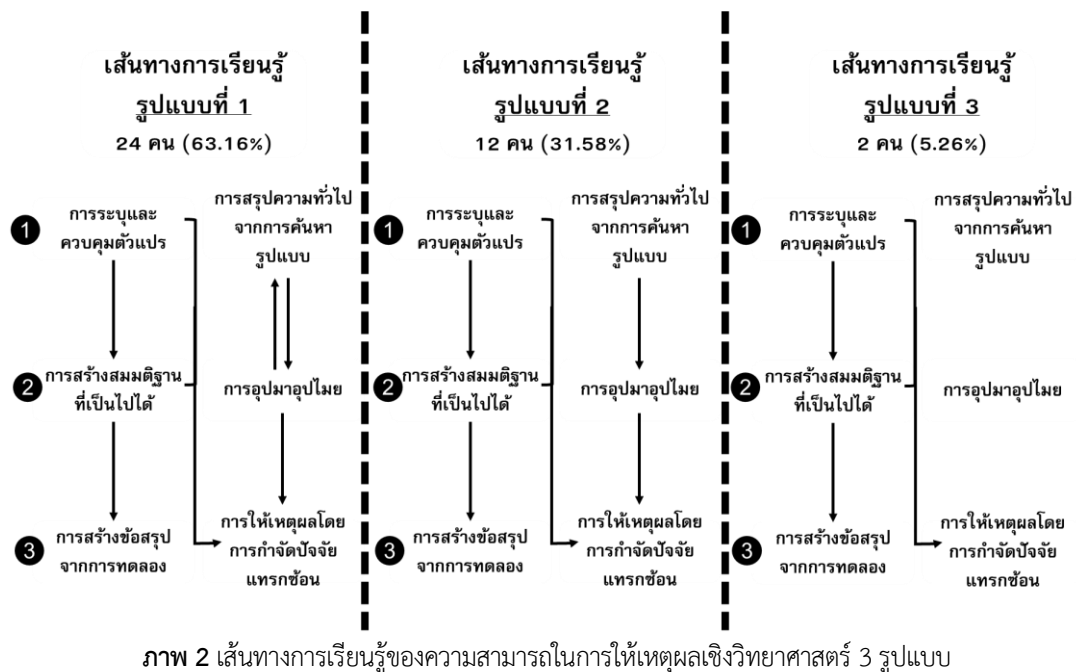
อนูทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นเครื่องมือที่ให้นักเรียนเขียนสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ คำถามหรือข้อสงสัย อารมณ์ ความรู้สึก และความคิดเห็น รวมถึงอธิบายการแสดงออกซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลของตนเองในทุกแผนการจัดการเรียนรู้แบบปรับเปลี่ยน (แนบท้ายทุกแผนการจัดการเรียนรู้) เพื่อที่จะใช้เป็นแนวทางในการประเมินการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยวิเคราะห์เส้นทางการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) ที่อาศัยกรอบแนวคิดของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความถูกต้องของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์และตีความคำตอบของผู้เรียนในแบบวัดและใบกิจกรรม ดังนี้

1. ผู้วิจัยอ่านคำตอบของนักเรียนทุกคนในสถานการณ์ปัญหาไล่เรียงไปทีละข้ออย่างช้าๆ โดยทำซ้ำ 5 รอบ เพื่อให้มองเห็นภาพรวมของคำตอบนักเรียนทั้งห้อง
2. ผู้วิจัยทำ Inter-Rater Reliability กับเพื่อนครูที่มีประสบการณ์การทำวิจัยและสอนเรื่องการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยสุ่มแบบวัดร้อยละ 10 ของกลุ่มที่ศึกษา (เท่ากับ 5 ฉบับ) มาแยกวิเคราะห์แบบอิสระ แล้วนำผลการวิเคราะห์มาอภิปรายร่วมกันจนได้ข้อตกลงตรงกันทุกประเด็น จากนั้นนำเสนอผลการวิเคราะห์นี้ให้แก่อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของคำตอบนักเรียนกับเกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เมื่อเห็นมีความคิดเห็นตรงกันแล้ว ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนที่เหลือทั้งหมดด้วยตนเอง
3. ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนที่เหลือด้วยตนเอง แล้วจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน เพื่อนำข้อมูลมาใช้สร้างรูปแบบของเส้นทางการเรียนรู้ต่างๆ
4. ผู้วิจัยทำเช่นเดียวกันนี้กับใบกิจกรรมของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลมาประกอบกับผลการจัดรูปแบบเส้นทางการเรียนรู้เบื้องต้นที่ได้จากแบบวัด
5. ผู้วิจัยส่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการจำแนกเส้นทางการเรียนรู้ของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายบุคคล จากนั้นทำการจัดกลุ่มรูปแบบเส้นทางการเรียนรู้ดังกล่าว แล้วส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นผู้ร่วมวิจัยตรวจสอบเป็นระยะ และทำการวิเคราะห์ซ้ำในกรณีที่มีข้อคำถามจากอาจารย์ที่ปรึกษา จนกระทั่งได้ผลที่เป็นที่ยอมรับร่วมกัน ผู้วิจัยจึงนำผลที่ได้ไปคำนวณความถี่ของนักเรียนในแต่ละเส้นทางการเรียนรู้

ผลการวิจัย

จากงานวิจัย พบว่า นักเรียนมีเส้นทางการเรียนรู้ของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 3 รูปแบบ ดังแสดงในภาพ 2



จากภาพ 2 จะเห็นว่าทั้ง 3 รูปแบบ มีเส้นทางการเรียนรู้ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัยเหมือนกัน คือ เริ่มจากการระบุและควบคุมตัวแปร การสร้างสมมติฐานที่เป็นไปได้ และการสรุปความจากการทดลอง ตามลำดับ ซึ่งการค้นพบนี้เริ่มต้นมาจากครั้งแรกที่ผู้วิจัยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย ผู้วิจัยได้เริ่มจากการให้นักเรียนสร้างสมมติฐาน การระบุตัวแปร และการสรุปผลการทดลอง แต่กลับพบว่า นักเรียนจำนวนมากไม่สามารถสร้างสมมติฐานได้ มีนักเรียนเพียง 4 คนที่สามารถสร้างสมมติฐานของการทดลองในคาบเรียนนั้นได้ถูกต้อง ผู้วิจัยจึงเปิดโอกาสให้นักเรียนทั้ง 4 คน ได้อธิบายกระบวนการสร้างสมมติฐานของตนเองหน้าชั้นเรียน ปรากฏว่านักเรียนทั้ง 4 คนมีกระบวนการคิดเช่นเดียวกัน คือเริ่มพิจารณาตัวแปรทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการทดลองก่อน แล้วจึงระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมของการทดลอง จากนั้นจึงค่อยมองหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเหล่านั้น และสร้างสมมติฐานออกมา เมื่อพบเช่นนี้ ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนที่เหลือทดลองใช้กระบวนการคิดเช่นนี้เพื่อทำใบกิจกรรมอีกครั้ง พบว่านักเรียนทุกคนเข้าใจการสร้างสมมติฐานได้ดีขึ้นและสามารถสร้างสมมติฐานได้ถูกต้อง สอดคล้องกับข้อมูลในอนุทินที่นักเรียนเขียนว่า

“การตอบสมมติฐานยากที่สุด แต่เพื่อนบางคนเขาสามารถตอบอันที่ถูกได้ และเมื่อได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการคิดของเพื่อน แล้วรู้ว่าเพื่อนดูว่าอะไรคือตัวแปรต้นกับตัวแปรตามก่อนถึงได้ระบุสมมติฐานถูก ก็ทำการสร้างสมมติฐานได้ง่ายขึ้น”

นักเรียนรหัส S19 (นักเรียนร้อยละ 42.10 มีความคิดเห็นเป็นไปในแนวทางนี้)

ดังนั้น ในครั้งต่อมา ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และรูปแบบของใบกิจกรรมที่สอนให้นักเรียนสามารถระบุตัวแปรของการทดลองให้ได้ก่อน จากนั้นจึงตั้งสมมติฐานการทดลองและสรุปผลการทดลองได้ ซึ่งพบว่านักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้การสร้างสมมติฐาน การระบุและควบคุมตัวแปร และการสร้างข้อสรุปจากการทดลองได้ด้วยกระบวนการคิดลักษณะนี้

จากนั้นภาพ 2 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างการเรียนรู้แบบนิรนัยและการให้เหตุผลแบบอุปนัย นั่นคือในทั้งสามเส้นทางการเรียนรู้ นักเรียนจะเรียนรู้เรื่องการให้เหตุผลโดยการกำจัดปัจจัยแทรกซ้อน โดยอาศัยความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยในองค์ประกอบย่อยคือการระบุและควบคุมตัวแปร และการสร้างสมมติฐานที่เป็นไปได้ เป็นฐานในการคิดเสมอ ดังตัวอย่างบทสนทนาของนักเรียนในการอภิปรายการผสมพันธุ์ข้ามสปีชีส์ของกระต่าย ดังนี้

- นักเรียน S20 : พอดูจากตารางข้อมูล ก็จะเห็นว่าถึงแม้กระต่ายจะกินอาหารคนละชนิด แต่ก็กินพวกใบไม้ผลไม้เปลือกไม้เนื้อแข็งเหมือนกัน ถ้านำมาเลี้ยงในห้องทดลอง ประเด็นอาหารก็ไม่ใช่ปัญหาต่อการมีชีวิตรอด และคงไม่ส่งผลถึงการสืบพันธุ์ของกระต่าย
- นักเรียน S03 : แล้วพวกสีขนล่ะ อาจจะแบบเกิดการเลือกคู่ผสมพันธุ์ก็ได้นะ คือต้องสีขนสีเดียวกันเท่านั้นถึงจะสามารถผสมพันธุ์กันได้ ก็เลยกระต่ายขาวโลกสีขาวกับกระต่ายทะเลทรายสีน้ำตาล มันเลยไม่มีการผสมพันธุ์กัน
- นักเรียน S31 : เออ อันนี้เห็นด้วยกระต่ายอาจจะเจาะจงว่าจะผสมกับตัวไหนสีขนแบบไหนไม่ได้เกิด Random Mating อันนี้น่าจะเป็นเหตุผลได้นะ

(การบันทึกเสียงการสอน ระยะที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 วันที่ 3 กันยายน พ.ศ. 2561)

จากบทสนทนาข้างต้น พบว่า นักเรียนสามารถระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อการผสมพันธุ์ของกระต่าย (ข้อความที่ขีดเส้นใต้) ซึ่งนักเรียนกระทำคล้ายกันกับการระบุและความคุมตัวแปรของการให้เหตุผลแบบนิรนัย นั่นคือ นักเรียนได้มองหาปัจจัยซึ่งเป็นตัวแปรแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา โดยพิจารณาความเป็นไปได้ของแต่ละปัจจัย โดยนักเรียนจะพยายามสร้างสมมติฐานเบื้องต้นจากปัจจัยเหล่านั้นก่อน และพิจารณาความเป็นไปได้ จนกระทั่งนักเรียนระบุได้ว่าปัจจัยใดที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด และน่าจะเป็นคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ภาพ 3 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการให้เหตุผลโดยการกำจัดปัจจัยแทรกซ้อนมีความเกี่ยวข้องกับการระบุตัวแปร และการสร้างสมมติฐานที่เป็นไปได้

กระต่ายทั้งสองตัวหากนำมาเลี้ยงภายในห้องทดลองแล้ว กระต่ายทั้งสองตัวจะผสมพันธุ์และให้ลูกหลานที่สมบูรณ์พันธุ์ได้หรือไม่ ถ้าได้หรือไม่ได้ ให้นักเรียนอธิบายและให้เหตุผลสนับสนุน

ไม่ได้ เพราะกระต่ายทั้งสองตัวอาศัยอยู่ในพื้นที่ต่างกัน ตัวหนึ่งอาศัยอยู่บริเวณข้าวโลก อีกตัวอาศัยอยู่บริเวณทะเลทราย จากตารางข้อมูลกลไกที่ป้องกันไม่ให้กระต่ายทั้งสองชนิดผสมพันธุ์กันก็คือ ฤดูผสมพันธุ์ที่แตกต่างกัน เนื่องจากกระต่ายที่อาศัยอยู่บริเวณข้าวโลกจะมีฤดูผสมพันธุ์อยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคม แต่กระต่ายสีน้ำตาลอาศัยอยู่ในเขตทะเลทราย มีฤดูผสมพันธุ์ช่วงมีนาคมถึงเมษายน ซึ่งช่วงเดือนที่แตกต่างกัน ให้ไม่สามารถผสมพันธุ์กันได้ เมื่อเปรียบเทียบกับด้านอื่น ๆ ที่เป็นอาหาร รูปร่างอวัยวะเพศ ที่กระต่ายทั้งสองบริเวณมีเหมือนกัน จึงสรุปได้ว่าปัจจัยอื่น ๆ ยกเว้นฤดูผสมพันธุ์ ไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้กระต่ายไม่สามารถผสมพันธุ์กันได้

ภาพ 3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนรหัส S16 ในระยะที่ 1 แผนที่ 5 เรื่อง การกำเนิดของสปีชีส์

อย่างไรก็ตาม จากภาพ 2 จะเห็นว่า ความแตกต่างของเส้นทางทั้งสามจะเริ่มต้นที่การให้เหตุผลแบบอุปนัย กล่าวคือรูปแบบที่ 1 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ (24 คน ร้อยละ 63.16) มีความสามารถในการอุปมาอุปไมย และการสรุปความทั่วไปจากการค้นหารูปแบบ เป็นฐานที่ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงออกซึ่งการให้เหตุผลโดยการกำจัดปัจจัยแทรกซ้อน โดยสองด้านนี้มีความสัมพันธ์กันในลักษณะพลวัต คือ ต่างฝ่ายต่างช่วยส่งเสริมซึ่งกันและกัน โดยตัวอย่างคำตอบในใบกิจกรรมและบทสนทนาของนักเรียนแสดงในภาพ 4 ซึ่งอยู่ในกิจกรรมเรื่องชนิดของกล้ามเนื้อ จะเห็นว่าข้อสรุปที่นักเรียนได้เขียนลงในใบกิจกรรมสอดคล้องกับบทสนทนาที่นักเรียนได้อภิปรายร่วมกัน โดยในการสนทนานักเรียนมักยกประเด็นที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวัน (ข้อความที่ขีดเส้นใต้) เข้ามาเกี่ยวข้อง อาทิ นักเรียนได้ยกการนวดแป้งขนมปังมาใช้ เพื่ออธิบายว่าเพราะเหตุใดเมื่อรับประทานหัวใจหมูถึงมีลักษณะแน่นและเคี้ยว สอดคล้องกับคำจำกัดความของการอุปมาอุปไมย ที่ว่าการที่นักเรียนสามารถเรียนรู้หรือเข้าใจเรื่องใหม่ หรือสถานการณ์ใหม่ที่พบ ต้องอาศัยการเทียบเคียงหรือถ่ายโอนประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมที่เคยรู้มาก่อนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การทำความเข้าใจแนวคิดเรื่องใหม่ได้ และ

ยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น ขณะเดียวกันก็นำข้อมูลที่ได้จากการอภิปรายมาไข่มองหา รูปแบบของกล้ามเนื้อไปที่ละชนิด แล้วสรุปลักษณะของกล้ามเนื้อลาย กล้ามเนื้อเรียบ และกล้ามเนื้อหัวใจ ซึ่งเป็นหนึ่งในพฤติกรรมบ่งชี้ ของการสรุปความทั่วไปจากการค้นหารูปแบบนั่นเอง โดยการกระทำดังกล่าวเกิดขึ้นจากการที่นักเรียนมีการใช้ความสามารถในการให้ เหตุผลทั้งสององค์ประกอบพร้อม ๆ กัน

กล้ามเนื้อชนิด กล้าม / กล้ามเนื้อโครงร่าง  กล้ามเนื้อชนิดนี้มีลักษณะเป็นลายเส้นตรงยาว ๆ มีเส้นลายเส้นตรง ๆ ปรากฏอยู่เป็นระยะ ๆ ทั่วทั้งเนื้อเยื่อ กล้ามเนื้อชนิดนี้พบในกล้ามเนื้อโครงร่าง กล้ามเนื้อชนิด เรียบ  กล้ามเนื้อชนิดนี้มีลักษณะเป็นเส้นตรงยาว ๆ มีเส้นลายเส้นตรง ๆ ปรากฏอยู่เป็นระยะ ๆ ทั่วทั้งเนื้อเยื่อ กล้ามเนื้อชนิดนี้พบในกล้ามเนื้อเรียบ กล้ามเนื้อชนิด หัวใจ  กล้ามเนื้อชนิดนี้มีลักษณะเป็นลายเส้นตรงยาว ๆ มีเส้นลายเส้นตรง ๆ ปรากฏอยู่เป็นระยะ ๆ ทั่วทั้งเนื้อเยื่อ กล้ามเนื้อชนิดนี้พบในกล้ามเนื้อหัวใจ	นักเรียน S11 : เวลาเราเคี้ยวลำไส้หนูจะเหนียวและ เนื้อเนียน ๆ ลื่น ๆ กัดไม่ขาด ไหลลงคอทันทีที่เข้าปาก นักเรียน S28 : ที่เป็นเนื้อเนียน ๆ ลื่น ๆ เพราะว่า เซลล์ของกล้ามเนื้อเรียบเป็นลักษณะหัวแหลม ท้ายแหลม จัดเรียงตัวกันแบบแน่น ตรงส่วนแหลม ๆ จะสานเข้าด้วยกัน ทำให้เนื้อของลำไส้มันเหนียวและเนียน นักเรียน S33 : เนื้อที่โครงเวลาที่ฉีกจะสามารถฉีกออกได้ง่ายเป็นเส้น ๆ เพราะเซลล์กล้ามเนื้อเป็นท่อยาวเรียงกันสวยงามเป็นเส้นเหมือนเซลล์กล้ามเนื้อโครงร่าง นักเรียน S01 : หัวใจเต้นตลอดเวลา ทำให้เนื้อหัวใจมันแดงเวลารกัด เหมือนการนวดแป้งขนมปัง ที่เขานวดเพื่อให้ขนมปังแดงดีที่จะ ใช้ไหมคะ

ภาพ 4 ตัวอย่างคำตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนรหัส S07 และบทสนทนาของนักเรียน ในการวิจัยระยะที่ 2 แผนที่ 1 เรื่องการเคลื่อนที่ของคอน

ส่วนรูปแบบที่ 2 นักเรียนประมาณหนึ่งในสามของทั้งหมด (12 คน ร้อยละ 31.58) ใช้การอุปมาอุปไมยเป็นฐานที่ช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปความทั่วไปจากการค้นหารูปแบบ และการให้เหตุผลโดยการกำจัดปัจจัยแทรกซ้อน ตามลำดับ ขณะที่รูปแบบที่ 3 พบนักเรียนเพียง 2 คนเท่านั้น (ร้อยละ 5.26) ที่แสดงออกว่าแต่ละองค์ประกอบย่อยของการคิดแบบอุปนัยไม่มีความสัมพันธ์กัน

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีเส้นทางการเรียนรู้ของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 3 รูปแบบ โดยเส้นทางการเรียนรู้ของการให้เหตุผลแบบนิรนัยจะเป็นลำดับขั้น เริ่มจากการระบุและควบคุมตัวแปรก่อนเสมอ แล้วจึงเป็นการตั้งสมมติฐานและการสรุปผลการทดลอง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lazonder and Kamp (2012) ที่พบว่า การระบุและควบคุมตัวแปรเป็นความสามารถที่จำเป็นสำหรับทุกกิจกรรมย่อยภายใต้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ส่วนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย ทั้ง 3 องค์ประกอบย่อย คือ การสรุปความทั่วไปจากการค้นหารูปแบบ การอุปมาอุปไมย และการให้เหตุผลโดยการกำจัดปัจจัยแทรกซ้อน จากเส้นทางการเรียนรู้พบว่า 2 ใน 3 ของเส้นทางการเรียนรู้ มีองค์ประกอบย่อยด้านการอุปมาอุปไมยที่เป็นเสมือนรากฐานสนับสนุนให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลขององค์ประกอบย่อยอื่นๆ ต่อไปได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Suchairut et al. (2016) ที่พบว่า การที่นักเรียนนำความรู้จากบริบทที่นักเรียนคุ้นเคยไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์อื่นๆ

ภายใต้เงื่อนไขและบริบทใหม่ (การอุปมาอุปไมย) ช่วยให้ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายทอดความรู้สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และ Shultz (2015) ที่พบว่า ความสามารถในการอุปมาอุปไมยเป็นเสมือนตัวเชื่อมระหว่างชุดข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ในกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างทักษะการคิดที่ซับซ้อนจากกลไกการเริ่มต้นแบบอาศัยประสบการณ์เดิมของบุคคล ส่งผลให้บุคคลสามารถเรียนรู้สิ่งที่เป็นามธรรมได้เข้าใจง่ายมากขึ้น อย่างไรก็ตามงานวิจัยของ Shultz (2015) ไม่ได้ระบุว่า การอุปมาอุปไมยมีส่วนช่วยพัฒนาทักษะการคิดที่ซับซ้อนนั้นได้อย่างไร แต่ในงานวิจัยนี้ได้ให้ข้อค้นพบใหม่ว่าการอุปมาอุปไมยเป็นกุญแจสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัยองค์ประกอบย่อยอื่นๆ ได้

นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัยและอุปนัย ดังนั้น องค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลโดยการกำจัดปัจจัยแทรกซ้อนจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย ซึ่งข้อค้นพบนี้ชี้ว่าการให้เหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัยมีความสัมพันธ์กัน นั่นคือ การให้เหตุผลโดยการกำจัดปัจจัยแทรกซ้อนต้องอาศัยความสามารถในการให้เหตุผลด้านนิรนัย ในองค์ประกอบย่อยการระบุและควบคุมตัวแปร และการสร้างสมมติฐานที่เป็นไปได้มาก่อนเสมอ โดยการค้นพบนี้เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะที่เปิดกว้างให้ผู้วิจัยสามารถปรับกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนและผลการประเมินระหว่างเรียนได้ จึงทำให้ได้มาซึ่งความสัมพันธ์ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัยและอุปนัย และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lawson (2005) ที่พบว่า การแสดงออกซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยจะเกิดขึ้นได้ ต้องอาศัยการให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นฐานก่อนเสมอ กล่าวคือบุคคลมีกระบวนการคิดแบบนิรนัยก่อนเมื่อประสบกับปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตจริง บุคคลจะคาดการณ์ถึงผลที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าจากการมองหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่เป็นเหตุและเป็นผล (หรือตั้งสมมติฐาน และระบุตัวแปรต้นหรือตัวแปรตาม) จากนั้นจึงมีกระบวนการคิดแบบอุปนัยตามมา และเนื่องจากงานวิจัยนี้พบว่า เส้นทางการเรียนรู้ที่จะสามารถพัฒนานักเรียนให้เป็นบุคคลที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้นั้น ในด้านนิรนัยจะเริ่มจากการระบุและควบคุมตัวแปร การสร้างสมมติฐานที่เป็นไปได้ และการสรุปความจากการทดลอง ตามลำดับ และด้านอุปนัย พบว่า การอุปมาอุปไมยเป็นรากฐานที่ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงออกซึ่งการให้เหตุผลโดยการกำจัดปัจจัยแทรกซ้อน และการสรุปความทั่วไปจากการค้นหารูปแบบ โดยการสรุปความทั่วไปจากการค้นหารูปแบบ และการอุปมาอุปไมยมีความสัมพันธ์กันในลักษณะพลวัต คือ ต่างฝ่ายต่างช่วยส่งเสริมซึ่งกันและกัน นอกจากนี้การให้เหตุผลโดยการกำจัดปัจจัยแทรกซ้อนต้องอาศัยความสามารถในการให้เหตุผลด้านนิรนัย ในองค์ประกอบย่อยการระบุและควบคุมตัวแปร และการสร้างสมมติฐานที่เป็นไปได้ มาก่อนเสมอด้วย ดังนั้น สามารถนำข้อมูลในส่วนของเส้นทางการเรียนรู้ไปเป็นพื้นฐานสำหรับการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาและการออกแบบหลักสูตร เพื่อไ้ระดับของการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

1. การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ควรเริ่มพัฒนาจากแบบนิรนัยก่อน คือ การระบุและควบคุมตัวแปร การสร้างสมมติฐานที่เป็นไปได้ และการสร้างข้อสรุปจากการทดลอง ตามลำดับ จากนั้นจึงเริ่มพัฒนาแบบอุปนัย โดยเริ่มจากการให้เหตุผลโดยการกำจัดปัจจัยแทรกซ้อน การสรุปความทั่วไปจากการค้นหารูปแบบ และการอุปมาอุปไมย
2. งานวิจัยต่อยอดควรศึกษาความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อตรวจสอบว่าเส้นทางการเรียนรู้แบบสมมติฐานที่สร้างขึ้นต่อยอดจากงานวิจัยนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวางกับนักเรียนทุกระดับชั้นหรือไม่อย่างไร

References

- Adadan, E., Trundle, K. C., & Irving, K. E. (2010). Exploring Grade 11 students' conceptual pathways of the particulate nature of matter in the context of metarepresentational instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 1004-1035.
- Akerson, V., & Abd-El-Khalick, F. (2005). How should I know what scientists do? —I am just a kid: Fourth-grade students' conceptions of nature of science. *Journal of Elementary Science Education*, 17, 1-11.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2004). Learning trajectories in mathematics education. *Mathematical Thinking and Learning*, 6, 81-89.
- Clements, D. H. (2007). Curriculum research: Toward a framework for research-based curricula. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38, 35-70.
- Corcoran, T., & Silander, M. (2009). Instruction in high schools: The evidence and the Challenge. *The Future of Children*, 19(1), 157-183. doi:10.1353/foc.0.0026.
- Inoue, N. (2015). *Beyond Action: Psychology of action research for mindful educational improvement*. New York: Peter Lang Publishing.
- Kakosimos, K. E. (2015). Example of a micro-adaptive instruction methodology for the improvement of flipped classrooms and adaptive learning based on advanced blended learning tools improvement of flipped-classrooms and adaptive-learning based on advanced blended-learning tools. *Education for Chemical Engineers*, 12, 1-11.
- Lawson, A. E. (1985). A Review of research on formal reasoning and science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(7), 569-671.
- Lawson, A. E. (2005). What is the role of induction and deduction in reasoning and scientific inquiry? *Journal of Research in Science Teaching*, 42(6), 716-740.
- Lazonder, A. W., & Kamp, E. (2012). Bit by bit or all at once? Splitting up the inquiry task to promote children's scientific reasoning. *Learning and Instruction* 22, 458-464.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
- Overholser, J. C. (1993). Element of the Socratic method: II inductive reasoning. *Psychotherapy*, 30(1), 75-85.
- Shultz, T. R. (2015). Connectionist models of development. In J. D. Wright (Ed.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 1-8). Oxford: Elsevier.
- Soncha, N., Ketsing, J., & Kongsema, M. (2018). Grade 10th students' scientific reasoning in biology. In *proceedings of 56th Kasetsart University Annual Conference* (pp. 116-125). Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Suchairut, N., Sawekngam, W., & Tanak, E. (2016). Development of an instructional model based on model-based inquiry and context-based learning approaches to promote scientific reasoning and transfer of learning abilities of lower secondary students. *Journal of education Naresuan university*, 15(1), 106-113. [in Thai]

- Sullivan, P., Mousley, J., & Zevenbergen, R. (2004). Describing elements of mathematics lessons that accommodate diversity in student background. In M. J. Joines and A. Fuglestad. (eds.), *The 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 4257-4265). Bergen: Norway.
- Suttakun, L., & Ladachart, L. (2014). Fourth grade students' scientific reasoning. *Naresuan University Journal: Science and Technology*, 21(3), 107-123. [in Thai]
- Vaughn, M. 2015. Adaptive teaching: Reflective practice of two elementary teachers' visions and adaptations during literacy instruction. *Reflective Practice: International and Multidisciplinary Perspectives*, 16(1), 43-60.
- Zimmerman, C. (2000). The development of scientific reasoning skills. *Developmental Review*, 20(1), 99-149.

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เรื่อง โมเลกุลโคเวเลนต์: ประยุกต์ใช้โมเดลจิตีไอเอ็นเอ

THE DEVELOPMENT OF COGNITIVE DIAGNOSTIC TEST IN COVALENT MOLECULES: AN APPLICATION OF G-DINA MODEL

Received: July 25, 2019

Revised: October 22, 2019

Accepted: October 29, 2019

ณภัทร ชัยมงคล^{1*} สุรเดช อนันตสวัสดิ์² และวรัญญา รุ่มแสง³
Nhabhat Chaimongkol^{1*} Suradech Anantasawas² and Varunya Rumsaeng³

¹คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย²โรงเรียนดลิ่งชันวิทยา³บริษัท อบรมและทดสอบ พีทีเอส จำกัด¹Faculty of Education, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand²Talingchan Wittaya School, Suphan Buri 72230, Thailand³PTS Training and Testing Co., Ltd., Bangkok 10400, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: nhabhat@gmail.com

บทคัดย่อ

การประเมินผู้เรียนในปัจจุบันเน้นการประเมินแบบสรุปผลมากกว่าการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนไม่ทราบว่าคุณสมบัติความรู้หรือไม่รู้ในเนื้อหาส่วนใด ด้วยเหตุนี้ จึงได้มีผู้พัฒนาแบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาขึ้น เพื่อช่วยตรวจสอบและวินิจฉัยว่าผู้เรียนมีความรู้หรือไม่รู้ในเนื้อหาในส่วนใด อันจะนำไปสู่การออกแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาศักยภาพผู้เรียนต่อไป งานวิจัยฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์ และ 2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์โดยการประยุกต์ใช้โมเดลจิตีไอเอ็นเอ ตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 100 คน ผลการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัย พบว่า คุณลักษณะที่ใช้ในการวินิจฉัยเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์ ประกอบด้วย 5 คุณลักษณะ ได้แก่ 1) การระบุรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ 2) การระบุขนาดมุมพันธะโคเวเลนต์ 3) การระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ 4) การระบุแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และ 5) การระบุจุดเดือดจุดหลอมเหลวของโมเลกุลโคเวเลนต์ ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยด้านความตรงตามเนื้อหา ความยาก อำนาจจำแนก และความเที่ยง พบว่า ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดทุกด้าน และผลการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยด้วยโมเดลจิตีไอเอ็นเอ พบว่า แบบสอบวินิจฉัยสามารถจำแนกผู้สอบเข้ากลุ่มได้ถูกต้องร้อยละ 93 หมายความว่าแบบสอบวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้นเป็นแบบสอบวินิจฉัยที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้วินิจฉัยความสามารถของผู้เรียนทางพุทธิปัญญาเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์ได้

คำสำคัญ: แบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา โมเลกุลโคเวเลนต์ โมเดลจิตีไอเอ็นเอ

Abstract

Recent student assessments focus on summative evaluation which resulted in most students lacking the information needed to improve themselves. For this reason, researchers developed a cognitive diagnostic test to diagnose students to determine which parts they have achieved mastery and which are the ones they have not. This research aims to use that framework to develop a cognitive diagnostic test in covalent molecules topics. The quality of cognitive diagnostic test is examined by content validity, reliability, item difficulty and item discrimination. The sample is 100 grade ten students. The result of diagnostic analysis obtained by using G-DINA model found that students mostly achieved mastery in the identification of covalent molecule shape and non mastery in the properties for identification of boiling and melting point of covalent molecules.

Keywords: Cognitive Diagnostic Test, Covalent Molecules, G-DINA Model

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 6 ที่มีใจความสำคัญว่า การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข และมาตรา 22 ที่ว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ (Ministry of Education, 2002) ดังนั้น ครูจึงต้องมีความสามารถในการสร้างและพัฒนาหลักสูตร การออกแบบการเรียนรู้อย่างสอดคล้องและเป็นระบบ จัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ พัฒนาสื่อนวัตกรรมเทคโนโลยี และออกแบบการวัดประเมินผลการเรียนรู้อย่างหลากหลายและเหมาะสมกับผู้เรียน (Office of Teacher Development and Basic Education Personnel, 2011)

ประเด็นสำคัญในการออกแบบการวัดและประเมินผลซึ่งครูผู้สอนควรนำมาพิจารณา คือ การวินิจฉัยความรอบรู้ของผู้เรียน การวินิจฉัยความรอบรู้ของผู้เรียนเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลผู้เรียนรายบุคคลเพื่อนำไปใช้ในการระบุว่าผู้เรียนมีจุดแข็ง จุดอ่อนหรือข้อบกพร่องในทักษะหรือกระบวนการเรียนรู้ใด โดยข้อมูลที่ได้จากการวินิจฉัย จะนำมาใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนและนำมาซึ่งแนวทางการแก้ไขจุดอ่อนหรือข้อบกพร่องของผู้เรียนเป็นรายบุคคล (Miller et al., 2009) โดยกระบวนการวินิจฉัยทางการศึกษา สามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ 1) รูปแบบที่ไม่เป็นทางการ เช่น การสังเกต การสอบถามหรือสัมภาษณ์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล การตรวจผลงาน และ 2) รูปแบบที่เป็นทางการ เช่น การใช้แบบสอบวินิจฉัย การย้อนรอยกระบวนการคิด (Susheva, 1995) ปัจจุบันกระบวนการวินิจฉัยส่วนใหญ่เน้นรูปแบบที่เป็นทางการโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยโดยอิงทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ นักวิจัยทางการศึกษาได้มีการนำแนวคิดทฤษฎีพุทธิปัญญามาใช้ในการวินิจฉัยมากขึ้น คำว่า พุทธิปัญญา (Cognition) แสดงถึงคุณลักษณะที่เป็นความรอบรู้ทางปัญญาของผู้เรียน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนด โมเดลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา (Cognitive Diagnosis Models) เป็นโมเดลจิตมิติ (Psychometric Model) ที่ใช้เพื่อประเมินจุดแข็งและจุดอ่อนของผู้เรียน ซึ่งโมเดลดังกล่าวจะให้สารสนเทศ (Information) ในรูปแบบของโปรไฟล์คะแนนเพื่อนำไปใช้ในการติดตามความก้าวหน้า ออกแบบการเรียนรู้การสอน รวมถึงจัดกลุ่มเพื่อแก้ไขปัญหาเฉพาะให้กับผู้เรียน (De La Torre, 2009)

นักวิจัยได้พัฒนาโมเดลเชิงวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาไว้หลากหลาย เช่น DINA model, G-DINA model, DINO model, LCDM model และ Attribute hierarchy model โดยโมเดลที่ได้รับความนิยมมากกว่าโมเดลอื่น คือ DINA Model (Deterministic Inputs, Noisy And-gate) และ G-DINA (Generalized Deterministic Inputs, Noisy And-gate) เนื่องจากกระบวนการที่ไม่ซับซ้อน ซึ่งโมเดลจิตมิติไอเอ็นเอ (G-DINA) พัฒนามาจากโมเดลดีไอเอ็นเอ (DINA Model) เนื่องจากโมเดลดีไอเอ็นเอให้ผลการวินิจฉัยผู้เรียนได้เพียงว่าผู้เรียนมีจุดอ่อนในคุณลักษณะ (attribute) ใด แต่ไม่สามารถให้สารสนเทศได้ว่าคุณลักษณะใดมีจุดอ่อนมากหรือน้อยกว่ากัน ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการพัฒนาโมเดลจิตมิติไอเอ็นเอดังกล่าวขึ้น โมเดลทั้งสองมีจุดเด่นที่แตกต่างกัน คือ โมเดลดีไอเอ็นเอมีการประมาณค่าพารามิเตอร์น้อยกว่า

โมเดลจิตไอเอ็นเอจึงเป็นโมเดลที่มีความประหยัด (Parsimonious) กว่าส่วนจุดเด่นของโมเดลจิตไอเอ็นเอ คือ คุณลักษณะสามารถชดเชยได้ด้วยคุณลักษณะที่สูงกว่าและให้สารสนเทศที่ละเอียดกว่าโมเดลจิตไอเอ็นเอ (Basokcu et al., 2013; De La Torre & Minchen, 2014) ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้จึงเลือกใช้โมเดลจิตไอเอ็นเอในการวินิจฉัยผู้เรียน โดยวิชาที่นำมาใช้ในการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัย คือ วิชาเคมี เนื่องจากเป็นวิชาที่ผู้เรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (Chuephangam, 2001; Urasin & Supasom, 2011)

วิชาเคมีถือเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมีจำนวนมากมักเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ในระดับที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ เช่น เรื่องโครงสร้างอะตอมและพันธะเคมี ซึ่งค่อนข้างเป็นเรื่องนามธรรม ทำให้ผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถในการเรียนรู้เรื่องดังกล่าวแตกต่างกัน สำหรับการตรวจสอบความรู้ของผู้เรียนในเนื้อหาดังกล่าว ครูผู้สอนส่วนใหญ่จะใช้แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) ซึ่งนิยมออกแบบเพื่อวัดตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้เป็นลำดับแรก หลังจากนั้นจึงค่อยลงรายละเอียดแต่ละเรื่อง ทำให้การวัดคุณลักษณะไม่สอดคล้องกับลำดับขั้นในการเรียนรู้ ด้วยเหตุนี้การนำโมเดลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาที่เน้นการออกแบบเพื่อวัดคุณลักษณะที่มีความเฉพาะเจาะจงในแต่ละเนื้อหาและความสัมพันธ์ตามลำดับขั้นการเรียนรู้ จึงมีความเหมาะสมมากกว่าการใช้แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยขั้นตอนของโมเดลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาเริ่มต้นจากการกำหนดเมทริกซ์คิว (Q-matrix) หรือเมทริกซ์ที่กำหนดคุณลักษณะการรอบรู้หรือไม่รอบรู้ของข้อสอบในแต่ละคุณลักษณะ หลังจากนั้นนำผลการตอบข้อสอบมาดำเนินการวิเคราะห์ความรอบรู้และไม่รอบรู้ในแต่ละคุณลักษณะ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาในวิชาเคมี พบว่า เนื้อหาที่ผู้เรียนมักมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่รอบรู้ คือ เรื่องพันธะเคมีในประเด็นพันธะโคเวเลนต์ (Chuephangam, 2001; Urasin & Supasom, 2011; Peterson & Treagust, 1989) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้ดำเนินการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์โดยการประยุกต์ใช้โมเดลจิตไอเอ็นเอ เพื่อนำแบบสอบดังกล่าวไปใช้ในการวินิจฉัยผู้เรียนว่ามีความรอบรู้หรือไม่รอบรู้เรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์ในเนื้อหาใด อันจะนำไปสู่การวางแผนการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรอบรู้ครบถ้วนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยการประยุกต์ใช้โมเดลจิตไอเอ็นเอ

ขอบเขตของการศึกษา

เนื้อหาที่ใช้สร้างแบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาค้างนี้สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมีเพิ่มเติม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี ผู้วิจัยเลือกสร้างเฉพาะเนื้อหาย่อย เรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์ และกำหนดทักษะที่ใช้ในการตอบข้อสอบถูก 5 ทักษะ ได้แก่ 1) การระบุรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ 2) การระบุขนาดมุมพันธะโคเวเลนต์ 3) การระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ 4) การระบุแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ 5) การระบุจุดเดือดจุดหลอมเหลวของโมเลกุลโคเวเลนต์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและตัวอย่างในการวิจัย

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

ตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 100 คน ใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากโรงเรียนที่ยินดีเป็นอาสาสมัครในการเก็บข้อมูลจำนวน 2 โรงเรียน โรงเรียนละ 50 คน รวมทั้งสิ้น 100 คน

2. เครื่องมือในการวิจัย คือ แบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์ จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบสอบชนิด

เลือกตอบ (Multiple Choice) จำนวน 4 ตัวเลือก มีการให้คะแนนแบบสองค่า (Dichotomous) กล่าวคือ ตอบถูกได้ 0 คะแนน ตอบถูกได้ 1 คะแนน

3. ขั้นตอนการวิจัย

3.1 กำหนดมวณเนื้อหาโดยการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2551 จากการวิเคราะห์เอกสาร ดังนี้ 1) หลักสูตรการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2551 2) หนังสือแบบเรียนเคมีเพิ่มเติม 1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และ 3) คู่มือครูวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) หลังจากนั้นนำมากำหนดเนื้อหาในการพัฒนาแบบสอบวินิจัยจำนวน 5 เรื่อง ได้แก่ 1) รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ 2) มุมพันธะโคเวเลนต์ 3) สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ 4) แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และ 5) จุดเดือดจุดหลอมเหลวของโมเลกุลโคเวเลนต์

3.2 สร้างเมทริกซ์คิว (Q-matrix) ซึ่งแสดงถึงคุณลักษณะ (Attribute) ที่ต้องการวินิจฉัยในข้อสอบแต่ละข้อ โดยค่า 1 หมายถึง ต้องใช้คุณลักษณะที่กำหนดเพื่อตอบข้อสอบและค่า 0 หมายถึง ไม่ต้องใช้คุณลักษณะที่กำหนดในการตอบข้อสอบ สำหรับคุณลักษณะที่ต้องการวินิจฉัยประกอบด้วย 5 คุณลักษณะ ได้แก่ 1) การระบุรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ 2) การระบุขนาดมุมพันธะโคเวเลนต์ 3) การระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ 4) การระบุแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และ 5) การระบุจุดเดือดจุดหลอมเหลวของโมเลกุลโคเวเลนต์

3.3 พัฒนาแบบสอบวินิจัยตามมวณเนื้อหาและเมทริกซ์คิว จำนวน 30 ข้อ ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ (Multiple Choices) 4 ตัวเลือก และมีรูปแบบการให้คะแนน 2 ค่า (Dichotomous) คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนนตอบผิดได้ 0 คะแนน

3.4 นำแบบสอบวินิจัยไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบวินิจัย เรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์ มีเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ คือ 1) สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี จากคณะครุศาสตร์ สาขาวิชามัธยมศึกษา วิชาเอกเคมี หรือคณะวิทยาศาสตร์ วิชาเอกเคมี หรือ 2) สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโทขึ้นไป สาขาวิชาการศึกษา ประเมินผลการศึกษา หรือวิจัยการศึกษา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) จากความสอดคล้องของข้อคำถามกับคุณลักษณะที่มุ่งวัดในแต่ละข้อ (Item Objective Congruence : IOC) ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาค่า IOC คือ มากกว่า 0.5 ($IOC > 0.5$) (Pasiphol, 2016) และให้คำแนะนำในเรื่องการใช้ภาษาและความถูกต้องของเนื้อหาตามหลักวิชาการ

3.5 ปรับปรุงแบบสอบวินิจัยเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นจัดพิมพ์แบบสอบวินิจัยจำนวน 30 ข้อ และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 คน เพื่อหาคุณภาพด้านความยาก (Item Difficulty: P) เกณฑ์อยู่ระหว่าง 0.2 - 0.8 ค่าอำนาจจำแนก (Item Discrimination: R) เกณฑ์มากกว่า 0.2 (Pasiphol, 2016) และค่าความเที่ยง (Reliability) เกณฑ์มากกว่า 0.5 ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory) (Kanjawasee, 2013) ซึ่งจากการนำไปทดลองใช้พบว่าข้อสอบมีคุณภาพผ่านเกณฑ์ข้อสามารถนำไปใช้ทดสอบได้

3.6 นำแบบสอบวินิจัยที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้วไปเก็บข้อมูลกับตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 100 คน ซึ่งแบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 4 ครั้ง ครั้งละ 25 คน โดยการทดสอบแต่ละครั้งใช้เวลา 60 นาที

3.7 นำผลการทดสอบไปวิเคราะห์คุณภาพแบบสอบด้านความตรงตามเนื้อหา ความยากอำนาจจำแนก และความเที่ยง

3.8 ตรวจสอบคุณภาพแบบสอบเชิงวินิจัยทางพุทธิปัญญาด้วยโมเดลจีดีไอเอ็นเอ (G-DINA)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์คุณภาพแบบสอบวินิจัยด้านความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบวินิจัยเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับคุณลักษณะที่มุ่งวัดในแต่ละข้อ (Item Objective Congruence) ด้วยค่า IOC

2. วิเคราะห์คุณภาพแบบสอบวินิจัยด้วยค่าความยาก อำนาจจำแนก และด้านความเที่ยงด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient)

3. วิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบวินิจัยทางพุทธิปัญญาด้วยโมเดลจีดีไอเอ็นเอ (G-DINA)

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านความตรงตามเนื้อหา

ผลการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบวินิจัยเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน โดยใช้ค่า IOC ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินคือ ค่า IOC มากกว่า 0.50 พบว่า ข้อสอบทุกข้อผ่านเกณฑ์ที่กำหนดโดยมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 รายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการวิเคราะห์ค่า IOC

ข้อที่	ค่า IOC	คำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ	ข้อที่	ค่า IOC	คำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ
1	1.00		16	1.00	
2	1.00	ปรับตัวเลือกให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ	17	1.00	
3	1.00		18	1.00	
4	1.00		19	1.00	
5	1.00		20	1.00	
6	0.67		21	1.00	
7	1.00		22	1.00	
8	1.00		23	1.00	ปรับภาษาในข้อคำถามให้ชัดเจน
9	1.00		24	0.67	ปรับภาษาในข้อคำถามให้ชัดเจน
10	1.00		25	1.00	
11	0.67	ปรับตัวเลือกให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ	26	0.67	ปรับตัวเลือกให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ
12	1.00		27	0.67	ปรับตัวเลือกที่ผิดอย่างเด่นชัด
13	1.00		28	0.67	ปรับตัวเลือกให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ
14	1.00		29	1.00	
15	1.00		30	0.67	ปรับตัวเลือกที่ผิดอย่างเด่นชัด

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบสอบด้วยค่าความยากและอำนาจจำแนก

การตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจัยทางพุทธิปัญญาใช้ค่าความยาก (Item Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Item Discrimination) ผลการวิเคราะห์พบว่า มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.36 - 0.79 แสดงว่าแบบสอบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยข้อสอบที่มีระดับความยากที่เหมาะสม และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.24 แสดงว่าข้อสอบสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนได้พอใช้

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านความเที่ยง

ผลการตรวจคุณภาพด้านความเที่ยงด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) พบว่า มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.84 แสดงว่าแบบสอบที่พัฒนาขึ้น มีความคงเส้นคงวาในการนำไปวัดซ้ำหรือมีคุณภาพด้านความเที่ยง

ตอนที่ 4 ผลการพัฒนาเมทริกซ์คิว

เมทริกซ์คิว (Q-matrix) ที่แสดงถึงคุณลักษณะ (attribute) ที่ต้องใช้ในการตอบข้อสอบแต่ละข้อ ประกอบด้วย 5 คุณลักษณะ ได้แก่ 1) การระบุรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ 2) การระบุขนาดมุมพันธะโคเวเลนต์ 3) การระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ 4) การระบุแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และ 5) การระบุจุดเดือดจุดหลอมเหลวของโมเลกุลโคเวเลนต์ รายละเอียดแสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 Q-matrix ของแบบสอบวินิจฉัยเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์

ข้อที่	การระบุรูปร่างโมเลกุล โคเวเลนต์ (1)	การระบุขนาดมุมพันธะ โคเวเลนต์ (2)	การระบุสภาพขั้วของ โมเลกุล โคเวเลนต์ (3)	การระบุแรงยึดเหนี่ยว ระหว่างโมเลกุล โคเวเลนต์ (4)	การระบุจุดเดือดจุด หลอมเหลวของโมเลกุล โคเวเลนต์ (5)
1	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0
7	1	1	0	0	0
8	1	1	0	0	0
9	0	1	0	0	0
10	1	1	0	0	0
11	1	1	0	0	0
12	1	1	0	0	0
13	0	0	1	0	0
14	0	0	1	0	0
15	1	0	1	0	0
16	1	0	1	0	0
17	1	0	1	0	0
18	0	0	1	0	0
19	1	0	1	0	0
20	0	0	1	0	0
21	1	0	1	0	0
22	0	0	1	1	0
23	1	0	1	1	1
24	0	0	0	1	0
25	1	0	1	1	1
26	0	0	0	0	1
27	1	0	1	1	1
28	0	0	0	1	1
29	1	0	1	1	0
30	1	0	1	1	1

หมายเหตุ: 1 หมายถึง คุณลักษณะที่ต้องการวัด และ 0 หมายถึง คุณลักษณะที่ไม่ต้องการวัด

ตอนที่ 5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบสอบด้วยโมเดลจิติโอเอ็นเอ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้วยโมเดลจิติโอเอ็นเอ ประกอบด้วย จิติโอเอ็นเอพารามิเตอร์ ความน่าจะเป็นในการจัดเข้ากลุ่ม (Class Probability) ความยากของคุณลักษณะ (Attribute Difficulty) และความถูกต้องในการจำแนก (Classification Accuracy) โดยมีรายละเอียดแต่ละส่วน ดังนี้

ตาราง 3 จีดีไอเอ็นเอพารามิเตอร์

ข้อ	คุณลักษณะ	รูปแบบ ความรู้	ความน่าจะเป็น	ข้อ	คุณลักษณะ	รูปแบบ ความรู้	ความน่า จะเป็น	ข้อ	คุณลักษณะ	รูปแบบ ความรู้	ความน่า จะเป็น
V1	V1	A0	0.132	V17	V1-V3	A11	0.942	V25	V1-V3-V4-V5	A0111	0.000
V1	V1	A1	0.953	V18	V3	A0	0.179	V25	V1-V3-V4-V5	A1111	0.989
V2	V1	A0	0.133	V18	V3	A1	0.828	V26	V5	A0	0.376
V2	V1	A1	0.859	V19	V1-V3	A00	0.600	V26	V5	A1	0.856
V3	V1	A0	0.399	V19	V1-V3	A10	0.187	V27	V1-V3-V4-V5	A0000	0.000
V3	V1	A1	0.859	V19	V1-V3	A01	0.000	V27	V1-V3-V4-V5	A1000	0.000
V4	V1	A0	0.000	V19	V1-V3	A11	1.000	V27	V1-V3-V4-V5	A0100	0.000
V4	V1	A1	0.929	V20	V3	A0	0.000	V27	V1-V3-V4-V5	A0010	0.000
V5	V1	A0	0.000	V20	V3	A1	0.965	V27	V1-V3-V4-V5	A0001	0.000
V5	V1	A1	0.894	V21	V1-V3	A00	0.600	V27	V1-V3-V4-V5	A1100	0.000
V6	V1	A0	0.867	V21	V1-V3	A10	0.187	V27	V1-V3-V4-V5	A1010	0.000
V6	V1	A1	0.918	V21	V1-V3	A01	0.000	V27	V1-V3-V4-V5	A1001	0.000
V7	V1-V2	A00	1.000	V21	V1-V3	A11	0.957	V27	V1-V3-V4-V5	A0110	0.000
V7	V1-V2	A10	0.000	V22	V3-V4	A00	1.000	V27	V1-V3-V4-V5	A0101	0.000
V7	V1-V2	A01	0.139	V22	V3-V4	A10	0.123	V27	V1-V3-V4-V5	A0011	0.000
V7	V1-V2	A11	0.969	V22	V3-V4	A01	0.199	V27	V1-V3-V4-V5	A1110	0.197
V8	V1-V2	A00	0.000	V22	V3-V4	A11	0.960	V27	V1-V3-V4-V5	A1011	0.000
V8	V1-V2	A10	0.095	V23	V1-V3-V4-V5	A0000	0.000	V27	V1-V3-V4-V5	A1101	0.000
V8	V1-V2	A01	0.216	V23	V1-V3-V4-V5	A1000	0.000	V27	V1-V3-V4-V5	A0111	0.000
V8	V1-V2	A11	0.860	V23	V1-V3-V4-V5	A0100	0.000	V27	V1-V3-V4-V5	A1111	0.403
V9	V2	A0	0.269	V23	V1-V3-V4-V5	A0010	0.000	V28	V4-V5	A00	0.174
V9	V2	A1	0.912	V23	V1-V3-V4-V5	A0001	0.000	V28	V4-V5	A10	0.210
V10	V1-V2	A00	0.000	V23	V1-V3-V4-V5	A1100	0.106	V28	V4-V5	A01	0.044
V10	V1-V2	A10	0.192	V23	V1-V3-V4-V5	A1010	0.000	V28	V4-V5	A11	0.859
V10	V1-V2	A01	0.213	V23	V1-V3-V4-V5	A1001	0.000	V29	V1-V3-V4	A000	0.000

ข้อ	คุณลักษณะ	รูปแบบ ความรอบรู้	ความน่าจะเป็น	ข้อ	คุณลักษณะ	รูปแบบ ความรอบรู้	ความน่า จะเป็น	ข้อ	คุณลักษณะ	รูปแบบ ความรอบรู้	ความน่า จะเป็น
V10	V1-V2	A11	0.828	V23	V1-V3-V4-V5	A0110	0.000	V29	V1-V3-V4	A100	0.000
V11	V1-V2	A00	0.131	V23	V1-V3-V4-V5	A0101	0.000	V29	V1-V3-V4	A010	0.000
V11	V1-V2	A10	0.098	V23	V1-V3-V4-V5	A0011	0.000	V29	V1-V3-V4	A001	0.000
V11	V1-V2	A01	1.000	V23	V1-V3-V4-V5	A1110	0.320	V29	V1-V3-V4	A110	0.000
V11	V1-V2	A11	0.969	V23	V1-V3-V4-V5	A1011	0.000	V29	V1-V3-V4	A101	0.000
V12	V1-V2	A00	0.000	V23	V1-V3-V4-V5	A1101	0.000	V29	V1-V3-V4	A011	0.000
V12	V1-V2	A10	0.097	V23	V1-V3-V4-V5	A0111	0.000	V29	V1-V3-V4	A111	0.799
V12	V1-V2	A01	0.213	V23	V1-V3-V4-V5	A1111	1.000	V30	V1-V3-V4-V5	A0000	0.000
V12	V1-V2	A11	0.984	V24	V4	A0	0.002	V30	V1-V3-V4-V5	A1000	0.000
V13	V3	A0	0.000	V24	V4	A1	0.985	V30	V1-V3-V4-V5	A0100	0.000
V13	V3	A1	0.925	V25	V1-V3-V4-V5	A0000	0.000	V30	V1-V3-V4-V5	A0010	0.000
V14	V3	A0	0.220	V25	V1-V3-V4-V5	A1000	0.000	V30	V1-V3-V4-V5	A0001	0.000
V14	V3	A1	0.907	V25	V1-V3-V4-V5	A0100	0.000	V30	V1-V3-V4-V5	A1100	0.213
V15	V1-V3	A00	0.000	V25	V1-V3-V4-V5	A0010	0.000	V30	V1-V3-V4-V5	A1010	0.000
V15	V1-V3	A10	0.062	V25	V1-V3-V4-V5	A0001	0.000	V30	V1-V3-V4-V5	A1001	0.000
V15	V1-V3	A01	0.000	V25	V1-V3-V4-V5	A1100	0.053	V30	V1-V3-V4-V5	A0110	0.000
V15	V1-V3	A11	0.797	V25	V1-V3-V4-V5	A1010	0.017	V30	V1-V3-V4-V5	A0101	0.000
V16	V1-V3	A00	0.000	V25	V1-V3-V4-V5	A1001	0.000	V30	V1-V3-V4-V5	A0011	0.000
V16	V1-V3	A10	0.125	V25	V1-V3-V4-V5	A0110	0.000	V30	V1-V3-V4-V5	A1110	0.295
V16	V1-V3	A01	0.150	V25	V1-V3-V4-V5	A0101	0.000	V30	V1-V3-V4-V5	A1011	0.000
V16	V1-V3	A11	0.884	V25	V1-V3-V4-V5	A0011	0.000	V30	V1-V3-V4-V5	A1101	0.000
V17	V1-V3	A00	0.162	V25	V1-V3-V4-V5	A1110	0.209	V30	V1-V3-V4-V5	A0111	0.000
V17	V1-V3	A10	0.188	V25	V1-V3-V4-V5	A1011	0.207	V30	V1-V3-V4-V5	A1111	0.781
V17	V1-V3	A01	0.245	V25	V1-V3-V4-V5	A1101	0.000				

จากตาราง 3 แสดงถึงพารามิเตอร์ของโมเดลจีดีไอเอ็นเอ โดยคอลัมน์คุณลักษณะ คือ รายละเอียดของคุณลักษณะที่จำเป็นต้องมีในข้อนั้นเพื่อให้ผู้สอบสามารถตอบข้อสอบข้อนั้นถูก กล่าวอีกนัยหนึ่งคือมีความรอบรู้ตามคุณลักษณะที่กำหนด คอลัมน์

รูปแบบความรู้ คือ รูปแบบความรู้ที่จำเป็นต้องมีในแต่ละข้อ โดยค่า 1 หมายถึง มีความรู้และค่า 0 หมายถึง ไม่มีความรู้ และคอลัมน์ความน่าจะเป็น คือ ความน่าจะเป็นที่ผู้สอบสามารถตอบข้อสอบนั้นถูกหรือผิดตามรูปแบบความรู้ เช่น ข้อ 1 ต้องการคุณลักษณะที่ 1 (V1) เพื่อตอบข้อสอบข้อที่ 1 ได้ถูกต้อง โดยมีความน่าจะเป็นของรูปแบบความรู้ A1 เป็น 0.953 และความน่าจะเป็นของรูปแบบความรู้ A0 เป็น 0.132 แสดงว่าโอกาสที่ผู้สอบสามารถเดาคำตอบในข้อสอบข้อที่ 1 ได้ถูกโดยไม่มีความรู้คิดเป็นร้อยละ 13.2 และมีโอกาสที่จะตอบข้อสอบข้อที่ 1 ถูกโดยมีความรู้คิดเป็นร้อยละ 95.3

ตาราง 4 ความน่าจะเป็นในการจัดเข้ากลุ่ม (Class Probability)

Latent Class	Attribute Profile	Class Probability	Class Expected Frequency
1	00000	0.001	0.076
2	10000	0.000	0.003
3	01000	0.005	0.514
4	11000	0.005	0.452
5	00100	0.012	1.162
6	10100	0.006	0.623
7	01100	0.013	1.265
8	11100	0.168	16.773
9	00010	0.010	0.989
10	10010	0.001	0.069
11	01010	0.015	1.529
12	11010	0.026	2.628
13	00110	0.033	3.327
14	10110	0.035	3.481
15	01110	0.008	0.826
16	11110	0.214	21.401
17	00001	0.002	0.227
18	10001	0.001	0.081
19	01001	0.001	0.113
20	11001	0.010	0.992
21	00101	0.003	0.295
22	10101	0.016	1.581
23	01101	0.000	0.024
24	11101	0.031	3.127
25	00011	0.046	4.582
26	10011	0.032	3.184
27	01011	0.005	0.520
28	11011	0.089	8.940
29	00111	0.013	1.309
30	10111	0.137	13.704
31	01111	0.000	0.024
32	11111	0.062	6.183

จากตาราง 4 แสดงถึงความเป็นไปได้ในการจัดเข้ากลุ่ม (Class Probability) โดยจำนวนกลุ่ม (Class) ทั้งหมดที่สามารถจัดได้ คือ $2^5 = 32$ กลุ่มแฝง (Latent Class) โดยแบ่งโปรไฟล์ตามคุณลักษณะ (Attribute Profile) สำหรับรูปแบบโปรไฟล์ (Profile) ที่มีความน่าจะเป็นสูงที่สุดที่ผู้สอบจะถูกจัดอยู่ในกลุ่ม คือ รูปแบบโปรไฟล์ที่ 16 มีรูปแบบเป็น 11110 คิดเป็นร้อยละ 21.40 หมายความว่าผู้สอบต้องใช้คุณลักษณะ 4 คุณลักษณะ ได้แก่ 1) การระบุรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ 2) การระบุขนาดมุมพันธะโคเวเลนต์ 3) การระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ และ 4) การระบุแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ เพื่อตอบข้อสอบให้ถูก

ตาราง 5 ความน่าจะเป็นของความรอบรู้ตามคุณลักษณะ (Attribute Mastery Probabilities)

ผู้สอบ	Pattern	mle.est	mle.post	map.est	map.post	postattr 1	postattr 2	postattr 3	postattr 4	postattr 5
70	111111100011111000000000000000	11110	0.997	11110	0.999	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.000
26	100111111011111000000000000000	11111	0.925	11111	0.780	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.780
23	011111111111110000000000000000	11110	0.996	11110	0.999	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.001
13	000110100011111010000000000000	11110	0.998	11110	1.000	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.000
25	100111111011111000000000000000	11111	0.590	11110	0.707	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.293
22	011110111111100000000000000000	11110	0.528	11110	0.795	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.205
88	111111111111111000000000000000	11110	0.995	11110	0.999	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.001
27	101001001111010000000000000000	01110	0.463	1110	0.498	0.01608	1.000	0.505	0.990	0.081
16	001001001010010010000000000000	01000	0.743	1000	0.817	0.00000	1.000	0.128	0.016	0.049
50	111101001111011000000000000000	11011	0.768	11011	0.918	1.00000	0.954	0.000	0.999	0.964
17	001001011010010100000000000000	01101	0.718	1100	0.955	0.00000	1.000	1.000	0.000	0.045
60	111111000000110000000000000000	10100	0.712	10101	0.491	1.00000	0.000	1.000	0.026	0.491
38	110110001000011000000000000000	10100	0.873	10100	0.707	1.00000	0.000	1.000	0.050	0.243
76	111111110111110000000000000000	11110	0.711	11110	0.895	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.105
56	111101111111111000000000000000	11110	0.986	11110	0.996	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.004
74	111111110111011000000000000000	11110	0.971	11110	0.992	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.008
72	111111101111111000000000000000	11110	0.998	11110	1.000	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.000
46	111010001111010000000000000000	11000	0.691	11000	0.633	1.00000	0.995	0.000	0.011	0.357
15	001001001010000010000000000000	01110	0.509	1110	0.970	0.00000	1.000	1.000	0.999	0.028
71	111111101101111000000000000000	11110	0.999	11110	1.000	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.000
85	111111111111111000000000000000	11110	0.946	11110	0.984	1.00000	1.000	1.000	0.984	0.006
83	111111111111111000000000000000	11110	0.992	11110	0.994	1.00000	1.000	1.000	0.994	0.000
84	111111111111111000000000000000	11110	1.000	11110	1.000	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.000
37	110101111011111000000000000000	11110	0.946	11110	0.984	1.00000	1.000	1.000	0.984	0.006
89	111111111111111000000000000000	11111	0.966	11111	0.891	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.891
64	111111000000111000000000000000	10111	0.970	10111	0.993	1.00000	0.000	1.000	1.000	0.993
78	111111111111000000000000000000	11011	0.988	11011	0.997	1.00000	1.000	0.000	1.000	0.997
18	001001100010000000000000000000	00010	0.652	11	0.658	0.00000	0.049	0.000	1.000	0.665
1	111111000000111000000000000000	10111	0.999	10111	1.000	1.00000	0.000	1.000	1.000	1.000
68	111111001000111000000000000000	10111	0.971	10111	0.993	1.00000	0.000	1.000	1.000	0.993
41	110111111111100000000000000000	11011	0.988	11011	0.997	1.00000	1.000	0.000	1.000	0.997
77	111111111111100000000000000000	11011	0.988	11011	0.997	1.00000	1.000	0.000	1.000	0.997
87	111111111111111000000000000000	11110	0.999	11110	1.000	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.000
24	100001100000000000000000000000	00010	0.959	10	0.811	0.00000	0.000	0.000	1.000	0.189
2	111111111111111000000000000000	11101	0.792	11100	0.601	1.00000	1.000	1.000	0.000	0.399
12	000001101010000001000000000000	01010	0.495	1010	0.514	0.00000	0.593	0.000	1.000	0.360
3	111111111111111000000000000000	11110	1.000	11110	1.000	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.000
39	110111000000111000000000000000	10111	0.996	10111	0.999	1.00000	0.000	1.000	1.000	0.999
6	111111111111100000000000000000	11011	0.883	11011	0.963	1.00000	1.000	0.000	1.000	0.963
19	010001100000000000000000000000	00010	0.706	11	0.692	0.00000	0.000	0.000	1.000	0.692

ผู้สอบ	Pattern	mle.est	mle.post	map.est	map.post	postattr 1	postattr 2	postattr 3	postattr 4	postattr 5
2.1	111111111111110000000000000000	11101	0.792	11100	0.601	1.00000	1.000	1.000	0.000	0.399
3.1	111111111111111000000000000000	11110	1.000	11110	1.000	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.000
5	111111000000111000000000000000	10111	0.996	10111	0.999	1.00000	0.000	1.000	1.000	0.999
33	101111101111100000000000000000	11011	0.883	11011	0.963	1.00000	1.000	0.000	1.000	0.963
66	111111000100111000000000000000	10111	0.970	10111	0.993	1.00000	0.000	1.000	1.000	0.993
80	111111111111111000000000000000	11101	0.792	11100	0.601	1.00000	1.000	1.000	0.000	0.399
48	111011110111111000000000000000	11110	1.000	11110	1.000	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.000
20	010001100000010000000000000000	00010	0.706	11	0.692	0.00000	0.000	0.000	1.000	0.692
75	111111111011111000000000000000	11101	0.792	11100	0.601	1.00000	1.000	1.000	0.000	0.399
58	111110111111111000000000000000	11110	1.000	11110	1.000	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.000
4	000001101000110001010000000000	00111	0.902	111	0.806	0.00000	0.000	1.000	1.000	0.806
1.1	111111000000111000000000000000	10111	0.999	10111	1.000	1.00000	0.000	1.000	1.000	1.000
35	101111110111100000000000000000	11011	0.883	11011	0.963	1.00000	1.000	0.000	1.000	0.963
8	111111111111111000000000000000	11100	0.717	11100	0.935	1.00000	1.000	1.000	0.000	0.064
51	111101111011111000000000000000	11100	0.717	11100	0.935	1.00000	1.000	1.000	0.000	0.064
86	111111111111111000000000000000	11110	1.000	11110	1.000	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.000
43	110111111111111000000000000000	11110	1.000	11110	1.000	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.000
31	101111000000111000000000000000	10111	0.996	10111	0.999	1.00000	0.000	1.000	1.000	0.999
28	101011101111100000000000000000	11011	0.883	11011	0.963	1.00000	1.000	0.000	1.000	0.963
2.2	111111111111111000000000000000	11101	0.792	11100	0.601	1.00000	1.000	1.000	0.000	0.399
69	111111010010111000000000000000	10111	0.986	10111	0.996	1.00000	0.001	1.000	1.000	0.997
67	111111000101000000000000000000	10011	0.882	10011	0.995	1.00000	0.003	0.000	1.000	0.997
47	111011010010111000000000000000	10111	0.986	10111	0.996	1.00000	0.001	1.000	1.000	0.997
32	101111000101000000000000000000	10011	0.882	10011	0.995	1.00000	0.003	0.000	1.000	0.997
8.1	111111111111111000000000000000	11100	0.717	11100	0.935	1.00000	1.000	1.000	0.000	0.064
52	111101111111111000000000000000	11100	0.717	11100	0.935	1.00000	1.000	1.000	0.000	0.064
81	111111111111111000000000000000	11100	0.717	11100	0.935	1.00000	1.000	1.000	0.000	0.064
14	001000101000110000000000000000	00110	0.509	110	0.698	0.00000	0.000	1.000	1.000	0.301
55	111101111111111000000000000000	11110	1.000	11110	1.000	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.000
79	111111111111101000000000000000	11101	0.792	11100	0.601	1.00000	1.000	1.000	0.000	0.399
1.2	111111000000111000000000000000	10111	0.999	10111	1.000	1.00000	0.000	1.000	1.000	1.000
59	111111000000000000000000000000	10011	0.883	10011	0.997	1.00000	0.000	0.000	1.000	0.997
10	000001101000000000000000000000	00011	0.895	11	0.980	0.00000	0.000	0.001	1.000	0.980
11	000001101000010000000000000000	00011	0.851	11	0.961	0.00000	0.000	0.020	1.000	0.977
40	110111110111110000000000000000	11111	0.925	11111	0.780	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.780
21	011011111111110000000000000000	11110	1.000	11110	1.000	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.000
3.2	111111111111111000000000000000	11110	1.000	11110	1.000	1.00000	1.000	1.000	1.000	0.000
57	111110110111111000000000000000	11101	0.792	11100	0.601	1.00000	1.000	1.000	0.000	0.399
5.1	111111000000111000000000000000	10111	0.996	10111	0.999	1.00000	0.000	1.000	1.000	0.999
42	110111111111000000000000000000	11011	0.883	11011	0.963	1.00000	1.000	0.000	1.000	0.963
54	111101111111110000000000000000	11100	0.999	11100	0.999	1.00000	1.000	1.000	0.000	0.000
7	111111111111111000000000000000	11100	0.999	11100	1.000	1.00000	1.000	1.000	0.000	0.000
36	101111111111110000000000000000	11100	0.712	11100	0.925	1.00000	1.000	1.000	0.011	0.064
82	111111111111111000000000000000	11101	0.792	11100	0.601	1.00000	1.000	1.000	0.000	0.399
4.1	000001101000110001010000000000	00111	0.902	111	0.806	0.00000	0.000	1.000	1.000	0.806
62	111111000000110000000000000000	10111	0.970	10111	0.993	1.00000	0.000	1.000	1.000	0.993
61	111111000000011000000000000000	10111	0.996	10111	0.999	1.00000	0.000	1.000	1.000	0.999
34	101111101111100000000000000000	11011	0.877	11011	0.963	1.00000	1.000	0.000	0.999	0.963
65	111111000100101000000000000000	10111	0.970	10111	0.993	1.00000	0.000	1.000	1.000	0.993
44	110111111111111000000000000000	11101	0.792	11100	0.601	1.00000	1.000	1.000	0.000	0.399

ผู้สอบ	Pattern	mle.est	mle.post	map.est	map.post	post.attr	post.attr	post.attr	post.attr	post.attr
						1	2	3	4	5
30	10111011011110000000000000000000	11010	0.562	11011	0.730	1.00000	1.000	0.000	1.000	0.730
49	11101111111111100000000000000000	11100	0.997	11100	0.999	1.00000	1.000	1.000	0.000	0.001
29	10110111101111100000000000000000	11100	0.999	11100	0.999	1.00000	1.000	1.000	0.000	0.000
53	11110111111111100000000000000000	11101	0.792	11100	0.601	1.00000	1.000	1.000	0.000	0.399
7.1	11111111111111100000000000000000	11100	0.999	11100	1.000	1.00000	1.000	1.000	0.000	0.000
63	11111100000011100000000000000000	10111	0.999	10111	1.000	1.00000	0.000	1.000	1.000	1.000
6.1	11111111111110000000000000000000	11011	0.883	11011	0.963	1.00000	1.000	0.000	1.000	0.963
73	11111111101011100000000000000000	11111	0.986	11111	0.955	1.00000	0.998	1.000	1.000	0.957
9	00000010100011000101000000000000	00110	0.703	110	0.842	0.00000	0.000	1.000	0.999	0.157
45	11011111111111100000000000000000	11100	0.999	11100	0.999	1.00000	1.000	1.000	0.001	0.000

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นถึงความน่าจะเป็นของความรอบรู้ตามคุณลักษณะ (Attribute Mastery Probabilities) ของผู้สอบแต่ละคนตามรูปแบบการตอบ เช่น ผู้สอบคนที่มีรูปแบบการตอบแบบที่ 70 (11111110001111100000000000000000) มีความน่าจะเป็นที่จะมีคุณลักษณะ (Attribute) ที่ 1 ถึง 5 ดังนี้ คุณลักษณะที่ 1 (การระบุรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์) มีความน่าจะเป็นที่จะมีคุณลักษณะเท่ากับ 1.000 คุณลักษณะที่ 2 (การระบุขนาดมุมพันธะโคเวเลนต์) มีความน่าจะเป็นที่จะมีคุณลักษณะเท่ากับ 1.00 คุณลักษณะที่ 3 (การระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์) มีความน่าจะเป็นที่จะมีคุณลักษณะเท่ากับ 1.000 คุณลักษณะที่ 4 (การระบุแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์) มีความน่าจะเป็นที่จะมีคุณลักษณะเท่ากับ 1.000 และ คุณลักษณะที่ 5 (การระบุจุดเดือดจุดหลอมเหลวของโมเลกุลโคเวเลนต์) มีความน่าจะเป็นที่จะมีคุณลักษณะเท่ากับ 0.000 ตามลำดับ

ตาราง 6 ความยากของคุณลักษณะ (Attribute Difficulty)

คุณลักษณะ	ความน่าจะเป็น
การระบุรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ (1)	0.832
การระบุขนาดมุมพันธะโคเวเลนต์ (2)	0.653
การระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ (3)	0.751
การระบุแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ (4)	0.727
การระบุจุดเดือดจุดหลอมเหลวของโมเลกุลโคเวเลนต์ (5)	0.449

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่าผู้สอบส่วนใหญ่มีความรอบรู้การระบุรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 83.2 รองลงมาได้แก่ การระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ การระบุแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ การระบุขนาดมุมพันธะโคเวเลนต์ และการระบุจุดเดือดจุดหลอมเหลวของโมเลกุลโคเวเลนต์ คิดเป็นร้อยละ 75.1, 72.7, 65.3 และ 44.9 ตามลำดับ

ตาราง 7 ความถูกต้องในการจำแนก (Classification Accuracy)

รายการ	ความน่าจะเป็นในการจำแนก
แบบสอบทั้งฉบับ (Test)	0.930
คุณลักษณะที่ 1	1.00
คุณลักษณะที่ 2	0.997
คุณลักษณะที่ 3	0.996
คุณลักษณะที่ 4	0.997
คุณลักษณะที่ 5	0.934

จากตาราง 7 แสดงถึงความถูกต้องในการจำแนก (Classification Accuracy) หรือความน่าจะเป็นที่จะจำแนกผู้สอบเข้ากลุ่มได้ถูกต้อง โดยแบบสอบทั้งฉบับ (Test) มีความน่าจะเป็นที่จะจัดผู้สอบได้ถูกต้อง 0.93 กล่าวคือ แบบสอบวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้นสามารถจำแนกผู้สอบเข้ากลุ่มได้ถูกต้องร้อยละ 93 และเมื่อพิจารณาความถูกต้องในการจำแนกเข้ากลุ่มรายคุณลักษณะ พบว่า มีค่าความน่าจะเป็นในการจำแนกผู้สอบได้ถูกต้องตามคุณลักษณะอยู่ระหว่าง 0.93 ถึง 1.0 หรือคิดเป็นร้อยละ 93-100 ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าแบบสอบวินิจฉัยทางการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์มีคุณภาพที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้วินิจฉัยความสามารถของผู้เรียนทางพุทธิปัญญาเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์ได้

อภิปรายผล

แบบสอบผลสัมฤทธิ์แบบดั้งเดิมเน้นการประเมินผลแบบสรุปรวม (Summative Assessment) ทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากสารสนเทศที่ได้จากการสอบได้มากเท่าที่ควร จึงได้มีการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาขึ้น เพื่อนำสารสนเทศที่ได้ไปใช้ในการประเมินผลระหว่างเรียน (Summative Assessment) และให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ไปยังผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเอง รวมถึงผู้สอนสามารถจัดรูปแบบการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน งานวิจัยฉบับนี้จึงได้นำแนวคิดดังกล่าวมาพัฒนาเป็นแบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของ Chuephangam (2001); Urasin and Supasorn (2011) ที่ระบุว่าเนื้อหาวิชาเคมีเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์เป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนมักมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่รอบรู้ ในการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยได้มีการกำหนดเนื้อหาเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์ 5 คุณลักษณะ ได้แก่ 1) การระบุรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ 2) การระบุขนาดมุมพันธะโคเวเลนต์ 3) การระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ 4) การระบุแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และ 5) การระบุจุดเดือดจุดหลอมเหลวของโมเลกุลโคเวเลนต์ หลังจากนั้นดำเนินการพัฒนามาตรিকคิว (Q-matrix) ตามคุณลักษณะที่กำหนด

ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยด้านความตรงตามเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ข้อสอบทุกข้อผ่านเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 แสดงให้เห็นว่าแบบสอบวินิจฉัยสามารถวัดได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยด้านความยากและอำนาจจำแนก พบว่า มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.36 - 0.79 สอดคล้องกับ Bloom (1971) ที่ระบุว่าแบบสอบวินิจฉัยควรมีระดับความยากปานกลาง และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.24 แสดงว่าข้อสอบมีคุณภาพรายข้อด้านอำนาจจำแนกในระดับพอใช้ กล่าวคือสามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนได้ (Pasiphol, 2016) ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยด้านความเที่ยง พบว่า มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.84 แสดงว่าแบบสอบที่พัฒนาขึ้น มีความคงเส้นคงวาในการนำไปวัดซ้ำ

ผลการตรวจสอบคุณภาพด้วยโมเดลจิติโอเอ็นเอ พบว่า แบบสอบวินิจฉัยทั้งฉบับมีความน่าจะเป็นในการจัดกลุ่มผู้สอบได้ถูกต้อง 0.93 หรือสามารถจำแนกผู้สอบเข้ากลุ่มได้ถูกต้องร้อยละ 93 และเมื่อพิจารณาความถูกต้องในการจำแนกเข้ากลุ่มรายคุณลักษณะ พบว่า มีค่าความน่าจะเป็นในการจำแนกผู้สอบได้ถูกต้องตามคุณลักษณะอยู่ระหว่าง 0.93 ถึง 1.0 หรือคิดเป็นร้อยละ 93 - 100 หมายความว่าแบบสอบวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้นเป็นแบบสอบวินิจฉัยที่มีคุณภาพสอดคล้องกับเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพโมเดลแบบสอบวินิจฉัยของ Chaimongkol (2017); Wang et al. (2015) ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าแบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์มีคุณภาพที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้วินิจฉัยความสามารถของผู้เรียนทางพุทธิปัญญาเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์ได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนวิชาเคมีหรือผู้ที่สนใจทั่วไปสามารถนำแบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้ว ไปใช้วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนและนำผลการวินิจฉัยที่ได้ไปใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนสอนให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์เรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์ที่ถูกต้องต่อไป

1.2 ครูผู้สอนวิชาเคมีหรือผู้ที่สนใจทั่วไปสามารถนำแบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้ว ไปใช้เป็นส่วนหนึ่งในการประเมินระหว่างเรียน (Formative Assessment) เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนได้รับข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) จากผลการวินิจฉัย และนำไปสู่การวางแผนพัฒนาตนเองก่อนมีการประเมินแบบสรุปรวม (Summative Assessment)

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งถัดไป

2.1 จากผลการวิจัย พบว่า การระบุจุดเดือดจุดหลอมเหลวของโมเลกุลโคเวเลนต์เป็นเรื่องที่ผู้เรียนยังมีความรอบรู้ไม่ถึงร้อยละ 50 ดังนั้น ควรมีการนำข้อค้นพบที่ได้จากผลการวิจัยครั้งนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาวัตกรรมการเรียนการสอนเรื่องการระบุจุดเดือดจุดหลอมเหลวของโมเลกุลโคเวเลนต์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ในเรื่องดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น

2.2 แบบสอบวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาเรื่องโมเลกุลโคเวเลนต์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบประเภทใช้กระดาษในการทดสอบ (Paper-Based Test) ดังนั้น ในการวิจัยครั้งถัดไปควรพัฒนาแบบสอบเป็นระบบออนไลน์เพื่อให้สามารถรายงานผลการวินิจฉัยให้กับผู้เรียนได้ทันทีหลังจากจบการทดสอบ

References

- Basokcu, T. O., Ogretmen, T., & Kelecioğlu, H. (2013). Model data fit comparison between DINA and G-DINA in cognitive diagnostic models. *Education Journal*, 2(6), 256-262.
- Bloom, B. S. (1971). *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. New York: McGraw-Hill.
- Chaimongkol, N. (2017). Cognitive diagnostic assessment. *Social Science Research Association of Thailand*, 4(1), 14-23. [in Thai]
- Chuephangam, M. (2001). *Analysis of misconception in chemistry of mathayomsuksa 5 students* (Master thesis). Chiang Mai: Chiang Mai University. [in Thai]
- De La Torre, J. (2009). DINA model and parameter estimation: A didactic. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 34(1), 115-130.
- De La Torre, J., & Minchen, N. (2014). Cognitively diagnostic assessments and the cognitive diagnosis model framework. *Psicologia Educativa*, 20, 89-97.
- Kanjanawasee, S. (2013). *Classical test theory*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Miller, M. D., Linn, R. L., & Gronlund, N., E. (2009). *Measurement and assessment in teaching* (10th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Ministry of Education. (2002). *The National Education Act of 1999, as amended (No.2) Act 2002 and related regulations and compulsory education Act 2002*. Bangkok: Express Transportation Organization of Thailand (ETO). [in Thai]
- Office of Teacher Development and Basic Education Personnel. (2011). *Teacher competency assessment manual*. Bangkok: Office of the Basic Education Commission. [in Thai]
- Pasiphol, C. (2016). *Measuring and evaluating learning outcomes*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Peterson, R. F., & Treagust, D. F. (1989). Grade-12 students' misconceptions of covalent bonding and structure. *Journal of Chemical Education*, 66(6), 459-460.

- Susheva, S. (1995). *The Development of diagnostic method for detecting mathematical misconception* (Doctoral dissertation). Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- Urasin, S., & Supasorn, S. (2011). Comparing students' conceptions of chemical bonds prior and after the implementation of paper-based T5 learning model. *KKU Research Journal*, 1(1), 38-57. [in Thai]
- Wang, W., Song, L., Chen, P., Meng, Y., & Ding, S. (2015). Attribute-level and pattern-level classification consistency and accuracy indices for cognitive diagnostic assessment. *Journal of Educational Measurement*, 52, 457-476.

บทความวิจัย (Research Article)

ความก้าวหน้าในการเรียนรู้แนวคิดเรื่องระบบนิเวศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ
GRADE 10 STUDENTS' LEARNING PROGRESSIONS FOR ECOSYSTEM THROUGH
ADAPTIVE INSTRUCTION

Received: February 22, 2020

Revised: March 24, 2020

Accepted: April 8, 2020

ธนาศักดิ์ กองโกย¹ บุญเสฐียร บุญสูง² และ จีระวรรณ เกษสิงห์^{3*}
Thanasak Kongkoey¹ Boonsatien Boonsoong² and Jeerawan Ketsing^{3*}

^{1,2,3}มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์^{1,2,3}Kasetsart University, Bangkok 10220, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: fedujwk@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาความก้าวหน้าในการเรียนรู้แนวคิดเรื่องการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ และวัฏจักรคาร์บอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งความก้าวหน้าในการเรียนรู้เป็นมุมมองใหม่ของงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ที่มองว่าแนวคิดคลาดเคลื่อนมีความสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนไปสู่ระดับการเรียนรู้ที่สูงขึ้น โดยงานวิจัยนี้มุ่งค้นหาการเปลี่ยนแปลงระดับและเส้นทางการเรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำนวน 30 คน ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ ผลการวิจัยชี้ว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับแนวคิดพัฒนาขึ้นหลังเรียน และมีเส้นทางการเรียนรู้แนวคิดมากกว่า 1 เส้นทางการเรียนเรื่องหนึ่งๆ งานวิจัยนี้เสนอแนะให้ครูและผู้ออกแบบหลักสูตรจัดเรียงเนื้อหาวิชาและจัดกิจกรรมที่ตอบสนองต่อเส้นทางการเรียนรู้ของผู้เรียนที่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: ความก้าวหน้าในการเรียนรู้ เส้นทางการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ ระบบนิเวศ

Abstract

The study focuses on eliciting grade 10 students' learning progressions (LPs) for 'energy transfer in ecosystem' and 'carbon cycle'. LPs is a new perspective for studying how children learn science in science education. LPs views alternative conception as a stepping stone necessary for learners to achieve a higher level of learning. This study explored the changes of learning levels and pathways of 30 tenth graders who studied 'energy transfer in ecosystem' and 'carbon cycle' through an adaptive instruction. Findings reveal that the majority of students reaches a higher level of conceptual understanding after learning through this pedagogical approach. The students expressed more than one learning pathway for understanding each concept. This study suggests teachers and curriculum developers to organize contents and learning activities in correspondence with learners' learning pathways.

Keywords: Learning Progressions, Learning Pathway, Adaptive Instruction, Ecosystem

บทนำ

การศึกษาแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์และความพยายามในการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดของผู้เรียน นับเป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจอย่างต่อเนื่องในวงการวิทยาศาสตร์ศึกษาทั้งในและต่างประเทศ (Phochana et al., 2018, p. 126; Posner et al., 1982, pp. 211-227; Treagust & Duit, 2009, pp. 89-104) ที่ผ่านมานักการศึกษามักใช้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวคิด (Conceptual Change Theory) (Posner et al., 1982, pp. 211-227) และทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist Learning Theory) (Vygotsky, 1978) เป็นเครื่องนำทางในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อขับเคลื่อนให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยจำนวนมากค้นพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีทั้งสองช่วยให้ผู้เรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ยังคงพบว่าผู้เรียนจำนวนหนึ่งไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด แม้หลังเรียนแล้วก็ตาม (Allen, 2015, p. 130)

ด้วยเหตุนี้ จึงเป็นที่มาของการค้นหาสาเหตุและคำอธิบายว่าเพราะเหตุใดนักเรียนหลายคนจึงไม่เกิดการเรียนรู้ เนื่องจากงานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่ไม่ได้ให้ข้อมูลในเรื่องนี้ กล่าวคือไม่ได้ค้นหาเส้นทางเชิงพัฒนาการ (Trajectory of Development) ของการเรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ไม่ทราบว่ามีนักเรียนแต่ละคนมีจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้แนวคิดเรื่องหนึ่งๆ ที่ตรงไหน เมื่อเรียนแล้วระหว่างทางพัฒนาไปอย่างไร และครูในฐานะผู้สอนจะช่วยปรับกิจกรรมการเรียนรู้อย่างไรเพื่อให้สอดคล้องกับเส้นทางการเรียนรู้ของผู้เรียน (Disessa, 2002, pp. 29-60; Duschl et al., 2011, p. 124) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ นักวิจัยไม่ได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้ภายใต้ข้อมูลที่ว่าผู้เรียนมีเส้นทางการเรียนรู้ (Learning Pathway) แนวคิดเรื่องต่างๆ อย่างไร จึงทำให้กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นไม่อาจตอบสนองต่อความรู้เดิมของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่มาของงานวิจัยด้านความก้าวหน้าในการเรียนรู้ (Learning Progressions: LPs) ที่ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้น ณ ปัจจุบัน (Duschl et al., 2011, p. 123)

ความก้าวหน้าในการเรียนรู้ หมายถึง คำอธิบายหรือแผนที่แสดงความคืบหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งแสดงระดับความซับซ้อนที่เพิ่มขึ้นของเนื้อหาที่เรียนรู้ในแนวคิดหลัก (Core Idea/Core Concept) เรื่องหนึ่งๆ ที่มีความต่อเนื่องกัน โดยการเรียนรู้จะเริ่มต้นจากระดับที่มีความซับซ้อนน้อย หรือที่เรียกว่า ระดับล่าง (Lower Anchor) ไปยังระดับที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ที่เรียกว่า ระดับกลาง (Intermediate Level) ซึ่งระดับกลางนี้อาจแบ่งได้หลายระดับย่อยขึ้นกับความซับซ้อนของแนวคิดหลักที่ทำการศึกษา และสุดท้ายคือระดับบน (Upper Anchor) ซึ่งมักเป็นระดับที่หลักสูตรคาดหวังให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยเนื้อหาและการเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละระดับนี้มีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือเนื้อหาในระดับล่างจะเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น (National Research Council, 2007) โดยตัวอย่างแนวคิดหลักในงานวิจัยนี้คือ การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ เหตุที่เป็นแนวคิดหลักเนื่องจากการเรียนรู้แนวคิดเรื่องนี้เป็นต้องอาศัยแนวคิดย่อยหลายแนวคิดประกอบกัน กล่าวคือนักเรียนจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เรียนมาในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น รวมทั้งที่เรียนในปัจจุบัน เพื่อทำความเข้าใจเรื่องดังกล่าว โดยแนวคิดย่อยที่ประกอบขึ้นได้แก่ กลุ่มสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ สายใยอาหาร วัฏจักรของสาร การสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจ และการหมุนเวียนพลังงานตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยตัวอย่างแนวคิดระดับล่าง ระดับกลาง และระดับบน แสดงในตารางที่ 1 ในส่วนของผลการวิจัย นอกจากนี้ ความก้าวหน้าในการเรียนรู้ ยังหมายรวมถึงการศึกษาเส้นทางการเรียนรู้ของผู้เรียนรายบุคคล หรือก็คือแผนที่ที่บุคคลนั้นๆ ใช้เพื่อสร้างความเข้าใจในแนวคิดหลักเรื่องหนึ่งๆ ขึ้นมา (Stevens et al., 2010, pp.687-715) ซึ่งผู้เรียนเองคือผู้ควบคุมเส้นทางการเรียนรู้ที่ได้ระดับพัฒนาการจากระดับเริ่มต้น ผ่านระดับกลาง จนไปสู่ระดับสูงสุดตามที่หลักสูตรต้องการ (National Research Council, 2007) นอกจากนี้ งานวิจัยที่ศึกษาความก้าวหน้าในการเรียนรู้ยังยอมรับให้มีแนวคิดคลาดเคลื่อนรวมอยู่ในระดับล่างและระดับกลางได้ เพราะเชื่อว่าเป็นรากฐานสำคัญในการเรียนรู้ระดับที่สูงขึ้นของผู้เรียน (Duschl et al., 2011, pp. 123-182)

การศึกษาความก้าวหน้าในการเรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ทั้งต่อผู้สอนและผู้ออกแบบหลักสูตร เนื่องจากองค์ความรู้ที่ว่าผู้เรียนมีระดับและเส้นทางการเรียนรู้อย่างไร และกำลังเผชิญกับอุปสรรคใดบ้างในการทำความเข้าใจแนวคิดหลักเรื่องหนึ่งๆ จะช่วยให้ผู้สอนสามารถกำหนดเนื้อหาการเรียนรู้และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสภาพผู้เรียนที่เกิดขึ้นจริงในชั้นเรียน (Plummer & Krajcik, 2010, p. 786; Stevens et al., 2010, p. 715) และยังเป็นแนวทางให้นักพัฒนาหลักสูตรนำไปใช้ในการวาง

โครงสร้างเนื้อหาที่เหมาะสมกับผู้เรียนต่อไปได้ (National Research Council, 2012) สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาความก้าวหน้าในการเรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องการถ่ายเทพลังงานในระบบนิเวศ และวัฏจักรคาร์บอน เพราะเป็นแนวคิดหลักในการเรียนเรื่องระบบนิเวศ ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ทั้งในและต่างประเทศ (Ministry of Education, 2009; National Research Council, 2012)

ข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Instruction หรือ Adaptive Learning) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่นักวิจัยเสนอแนะให้ใช้คู่กับการศึกษาความก้าวหน้าในการเรียนรู้ (Duschl et al., 2011, pp. 136-137) เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ เป็นแนวทางการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ที่ตั้งอยู่บนหลักคิดที่ว่า ผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน ดังนั้น การสอนจึงจำเป็นต้องปรับให้เข้ากับประสบการณ์เดิม ความสามารถ ความถนัดและความชอบที่ต่างกันของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพ (Berg et al., 2000) โดยการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะอาจถูกอ้างถึงหรือมีความใกล้เคียงกับการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่น อาทิ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล (Differentiated Learning) การจัดการเรียนรู้ส่วนบุคคล (Personalized Learning) และการจัดการเรียนรู้เอกัตภาพ (Individualized Instruction) (Waxman et al., 2013, p. 405) โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดมีหลักการพื้นฐานร่วมกัน คือ (1) ให้ความสำคัญเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล (2) เห็นว่าการเรียนรู้ต้องเกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน ดังนั้นผู้สอนต้องจัดบรรยากาศการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง (3) ครูเป็นผู้บ่งชี้จุดอ่อนและเสริมสร้างจุดแข็งให้แก่ผู้เรียน (4) ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายและยืดหยุ่นสอดคล้องกับธรรมชาติของผู้เรียน และ (5) ครูใช้การวัดและประเมินผลก่อนเรียนและระหว่างเรียนเพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน (Houtveen & Van de Grift, 2001, pp. 393-394; Tomlinson, 2006, p.16; Waxman et al., 2013, p. 405)

อย่างไรก็ดี การจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ มีจุดเน้นที่เชื่อมโยงกับหลักการของความก้าวหน้าในการเรียนรู้ อาทิ การเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต้องเหมาะสมกับบริบทของเนื้อหา และครูสามารถปรับการจัดลำดับเนื้อหาในหลักสูตรให้เหมาะสมกับความรู้เดิมและวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ (Duschl et al., 2011, p. 135; Houtveen & Van de Grift, 2001, pp. 393-394) นอกจากนี้ ยังเน้นให้ครูปรับกิจกรรมให้สอดคล้องกับผลการประเมินระหว่างเรียนที่ได้ และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน รวมทั้งผู้สอนในการปรับปรุงการสอนของตนด้วย (Corcoran et al., 2009, pp. 9-10) ขณะที่การจัดการเรียนรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล มีจุดเด่นในเรื่องของการปรับการสอนตามระดับความสามารถในการอ่านออกเขียนได้ของผู้เรียน นิยมใช้ในการสอนรายวิชาด้านภาษาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา (Tomlinson, 2006) สำหรับการจัดการเรียนรู้เอกัตภาพ และการจัดการเรียนรู้ส่วนบุคคล มีจุดเด่นเรื่องการปรับการสอนตามความต้องการของผู้เรียนรายบุคคลที่มีความจำเพาะ หรือนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ (Waxman et al., 2013) จากที่มาและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเลือกการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะเพื่อใช้ในการศึกษาความก้าวหน้าในการเรียนรู้เรื่องระบบนิเวศของนักเรียน โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อค้นหาระดับและเส้นทางการเรียนรู้แนวคิดเรื่องการถ่ายเทพลังงานในระบบนิเวศและวัฏจักรคาร์บอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) ดำเนินการตามกรอบแนวคิดของ Kemmis & McTaggard (1998) ที่แต่ละวงจรประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ วางแผน ลงมือปฏิบัติ สังเกต และสะท้อนความคิด มีการนำผลที่ได้จากวงจรก่อนหน้าไปใช้ปรับปรุงการสอนในวงจรต่อไป และทำเช่นนี้เรื่อยไปในทุกวงจร โครงการวิจัยใหญ่ประกอบด้วย 5 วงจร ตามแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องระบบนิเวศ 5 แผน แบ่งตามแนวคิดหลัก 5 เรื่อง ใช้เวลาสอนทั้งหมด 8 คาบเรียนๆ ละ 50 นาที อย่างไรก็ตามบทความวิจัยนี้เลือก

นำเสนอเฉพาะส่วนของความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนในแนวคิดหลักเรื่องการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ และเรื่องวัฏจักรคาร์บอน ซึ่งใช้เวลาสอน 2 แผน โดยทั้งสองแนวคิดมีลักษณะเป็นกระบวนการ และจัดว่าเป็นแนวคิดเชิงทฤษฎี (Theoretical Concept) ตามทัศนะของ Lawson et al. (2000, p. 998) คือ เป็นแนวคิดที่ให้คำอธิบายความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงระหว่างปรากฏการณ์ธรรมชาติหลายๆ ปรากฏการณ์เข้าด้วยกัน ที่ไม่อาจอธิบายอย่างตรงไปตรงมาจากการสังเกตเห็นหรือการใช้ประสาทสัมผัสรับรู้โดยตรง

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน เป็นชาย 19 คน และหญิง 11 คน แผนการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ของโรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่ง สังกัดสถาบันอุดมศึกษา ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จากห้องเรียนที่ผู้วิจัยคนที่หนึ่งรับผิดชอบสอนรายวิชาชีววิทยา

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาผู้เรียน คือ แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 2 แผนในเรื่องการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ และเรื่องวัฏจักรคาร์บอน ที่ดัดมาจากแผนวิจัยทั้งหมดจำนวน 5 แผนในเรื่องระบบนิเวศ โดยแผนถูกออกแบบภายใต้กรอบแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ ซึ่งหมายถึง การจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนและกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตอบสนองความต้องการของนักเรียนรายบุคคลที่มีความแตกต่างกัน โดยปรับสภาพแวดล้อมและกิจกรรมตามธรรมชาติของผู้เรียน (Berg et al., 2000, p. 334) การจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ ประกอบด้วย ลักษณะสำคัญ (Key Features) ได้แก่ (1) การใช้ผลการประเมินระหว่างทางมาออกแบบและปรับกิจกรรมการเรียนรู้ (2) การปรับเปลี่ยนเนื้อหาในหลักสูตรหรือการจัดลำดับเนื้อหาให้สอดคล้องกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน (3) การจัดบรรยากาศการเรียนรู้และกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง (Houtveen & Van de Grift, 2001, pp. 393-394; Berg et al., 2000, p. 334) และ (4) การสะท้อนความคิดต่อผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นทั้งแก่ผู้เรียนและผู้สอน (Corcoran et al., 2009, pp. 9-10) ซึ่งลักษณะสำคัญมีความสอดคล้องกับงานวิจัยปฏิบัติการ เนื่องจากเป็นรูปแบบการวิจัยที่เน้นให้ผู้ปฏิบัติงาน เช่น ครู ออกแบบแผนการสอนโดยคำนึงถึงความต้องการจำเป็นของผู้เรียน จากนั้นลงมือสอนและสังเกตผลการสอนของตนเอง เพื่อนำข้อมูลมาสะท้อนความคิดและปรับปรุงการสอนให้ดีขึ้นในรอบต่อไป (Kemmis & McTaggart, 1998)

ในการนี้ ผู้วิจัยได้นำลักษณะสำคัญ 4 ประการของการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะดังกล่าวข้างต้น มาสร้างเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความชัดเจนในการลงมือปฏิบัติในชั้นเรียน โดยมีหลักการในแต่ละขั้น และตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้แสดงในตาราง 1

ตาราง 1 หลักการของการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ และตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องวัฏจักรคาร์บอน (ใช้เวลา 2 คาบเรียน)

ขั้นวางแผน (คาบเรียนที่ 1) เป็นขั้นเตรียมการก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน โดยครูเก็บข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับนักเรียน อาทิ พื้นฐานความรู้ ความสนใจ รูปแบบการเรียนรู้ ความถนัด เป็นต้น ในการดำเนินงานวิจัยนี้ครูทำการวัดแนวคิดก่อนเรียนและสอบถามข้อมูลธรรมชาติในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อนำมาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะสำคัญข้อที่ (1) (2) และ (3)	ตัวอย่างกิจกรรม: ครูเก็บข้อมูลจากแบบวัดแนวคิดก่อนเรียน พบว่าในเรื่องวัฏจักรคาร์บอน นักเรียนส่วนใหญ่ (21 คน ร้อยละ 70.00) มีแนวคิดระดับ 1 นักเรียน 7 คน (ร้อยละ 23.33) มีแนวคิดระดับ 2 และสองคนมีแนวคิดระดับ 3 (ร้อยละ 6.67) สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ขาดความเข้าใจหลักการหมุนเวียนสาร นอกจากนี้พบมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจ นักเรียนที่มีแนวคิดระดับ 2 ส่วนใหญ่ขาดการอธิบายวัฏจักรคาร์บอนในแหล่งน้ำ อย่างไรก็ตามนักเรียนส่วนใหญ่มีจุดเริ่มต้นของเส้นทางการเรียนรู้ที่กล่าวถึงการสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจเป็นกระบวนการหลักในการหมุนเวียนวัฏจักร ขณะที่บางส่วนมีการอธิบายวัฏจักรคาร์บอนเกี่ยวข้องกับกระบวนการเกิดฝนกรด ดังนั้นคาบแรกจึงเลือกใช้วิธีให้นักเรียนจับกลุ่มขนาดเล็ก 3-4 คน ในกลุ่มมีสมาชิกที่มีระดับแนวคิดต่างกัน และให้นักเรียนร่วมกันสร้างแผนภาพวัฏจักรคาร์บอนของกลุ่ม ผ่านการสืบค้นเพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้จากนักเรียนที่มีระดับแนวคิดสูงกว่าและนักเรียนที่มีเส้นทางการเรียนรู้ทางเลือกว่า ครูเก็บข้อมูลธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ (21 คน ร้อยละ 70.00) มีผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาในระดับดีและดีเยี่ยม (3.51-4.00) นักเรียนส่วนใหญ่ (22 คน ร้อยละ 73.33) เชื่อมั่นว่าตนเองสามารถเรียนวิชาชีววิทยาได้ดี

	รูปแบบการเรียนรู้ที่นักเรียนชอบพบว่าส่วนใหญ่ 17 คน (ร้อยละ 56.67) ชอบทำกิจกรรม ที่เหลือ 13 คน (ร้อยละ 43.33) ชอบฟังครูบรรยายและสรุปบทเรียนท้ายคาบ ดังนั้นต้องออกแบบกิจกรรมที่ทั้งให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ สอดแทรกการบรรยายและมีการสรุปบทเรียน กิจกรรมต้องน่าสนใจ สนุกสนาน หรือเอาไปใช้ในชีวิจริงได้
ขั้นแสดงความรู้เดิม เป็นขั้นแรกของการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน มีหลักการคือให้นักเรียนรับรู้ว่าคุณสมบัติความรู้เดิมของตนเองเป็นเช่นไรเหมือนและต่างจากสมาชิกคนอื่นในห้องเรียนอย่างไร เพื่อให้เกิดความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง โดยครูใช้สถานการณ์และสื่อที่น่าสนใจ ร่วมกับคำถามกระตุ้นการคิด เพื่อให้นักเรียนรายกลุ่มประเมินความรู้เดิมตนเองและของเพื่อน ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะสำคัญข้อที่ (3) และ (4)	
	ตัวอย่างกิจกรรม: ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงความรู้เดิมเรื่องวัฏจักรคาร์บอนให้ได้มากที่สุด (โดยให้เวียนตอบไปทุกกลุ่ม ห้ามซ้ำ) ครูจัดสรุปประเด็นเพื่อจัดกลุ่มความรู้เดิมของนักเรียนทั้งห้องลงบนกระดานเพื่อให้นักเรียนได้เห็นความคิดของตนเองและเพื่อนในห้องเรียน (ยังไม่ลบกระดานในส่วนนี้)
ขั้นดำเนินการกิจกรรม เป็นขั้นที่ครูนำนักเรียนเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของรายวิชา โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มแบบอิสระระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้ ทั้งนี้กิจกรรมต้องเชื่อมโยงกับขั้นแสดงความรู้เดิมของนักเรียน ในกรณีงานวิจัยนี้คือเน้นให้นักเรียนทำการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ โดยอาจเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองหรือวิเคราะห์ข้อมูลที่ครูกำหนดให้ จากนั้นนำข้อมูลและผลการวิเคราะห์มานำเสนอและอภิปรายร่วมกันเพื่อลงข้อสรุปองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ในเรื่องนั้นๆ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะสำคัญข้อที่ (3) และ (4)	
	ตัวอย่างกิจกรรม: ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างแผนภาพวัฏจักรคาร์บอนลงในกระดาษชาร์ต โดยศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ที่เป็นใบความรู้และในอินเทอร์เน็ตที่ครูกำหนดให้ เมื่อนักเรียนสร้างแผนภาพเสร็จ ให้นักเรียนถ่ายภาพและโพสต์ในกลุ่มปิดในสื่อสังคมออนไลน์ของห้อง เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้เห็นว่าแผนภาพแต่ละกลุ่มมีแหล่งคาร์บอน รูปแบบและกระบวนการเปลี่ยนรูปคาร์บอนที่เหมือนหรือแตกต่างจากกลุ่มตัวเองอย่างไร
ขั้นสรุปที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม ขั้นนี้มีหลักการเช่นเดียวกับขั้นแสดงความรู้เดิม คือนักเรียนต้องได้รับรู้และประเมินความรู้ของตนเองด้วยการเปรียบเทียบความรู้หลังเรียนกับความรู้ก่อนเรียน รวมทั้งเปรียบเทียบความรู้ของตนเองกับเพื่อนคนอื่นในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความตระหนักและพยายามทำความเข้าใจเนื้อหาความรู้เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะสำคัญข้อที่ (3) และ (4)	
	ตัวอย่างกิจกรรม: ครูนำอภิปรายโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบอกข้อสรุปว่ามีแผนภาพของตนเองมีแหล่งคาร์บอนกี่แหล่ง อะไรบ้าง มีคาร์บอนกี่รูป (form) อะไรบ้าง และมีกระบวนการที่เกี่ยวข้องอะไรบ้าง จากนั้นให้นักเรียนนำแผนภาพที่เป็นข้อสรุปของห้องไปเปรียบเทียบกับความรู้เดิมก่อนเรียนที่ครูจัดสรุปไว้ก่อนหน้าในขั้นแสดงความรู้เดิมว่าเหมือนและต่างกันอย่างใด นักเรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติมอะไรบ้าง ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะสำคัญข้อที่ (3) และ (4)
ขั้นสะท้อนผล ขั้นนี้ครูทำการประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้ใบกิจกรรมหรือแบบทดสอบ จากนั้นนำคำตอบไปตรวจและให้ข้อเสนอแนะแก่นักเรียนเพื่อให้ตระหนักและรับรู้ความรู้ของตนเอง ขณะเดียวกันนักเรียนก็ทำการประเมินการสอนของครูด้วยการเขียนอนุทิน เพื่อให้ครูรับรู้ประสิทธิภาพในการสอนของตนเองด้วย และนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงการสอนให้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะสำคัญข้อที่ (3) และ (4)	
	ตัวอย่างกิจกรรม: ครูตรวจแผนภาพวัฏจักรคาร์บอนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม พบว่าทุกกลุ่มมีแนวคิดระดับ 3 โดยอุปสรรคสำคัญที่ไม่ทำให้ไปถึงระดับ 4 เพราะนักเรียนการเขียนการเปลี่ยนรูปคาร์บอนไม่ถูกต้อง มีแนวคิดคลาดเคลื่อนปะปนในบางกระบวนการ และขาดความเข้าใจหลักการอนุรักษ์สสาร ครูจึงนำผลการตรวจที่ได้สะท้อนให้นักเรียนทราบ โดยเขียนแนวคิดคลาดเคลื่อนและแนะนำแนวทางการแก้ไขลงในกระดาษ post-it แปะลงบนในแผนภาพของนักเรียนและให้นักเรียนมารับไปก่อนขึ้นคาบใหม่ นอกจากนี้ในขั้นนี้นักเรียนรายบุคคลเขียนประเมินการสอนของครูลงในกระดาษที่ครูแจกให้ และส่งท้ายคาบก่อนออกจากห้องเรียน
ขั้นวางแผน (คาบเรียนที่ 2) สอดคล้องกับลักษณะสำคัญข้อที่ (1) (2) และ (3)	
	ตัวอย่างกิจกรรม: ครูนำแนวคิดคลาดเคลื่อนที่พบจากการตรวจแผนภาพวัฏจักรคาร์บอน มาออกแบบใบกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ประกอบด้วยข้อความแนวคิดคลาดเคลื่อนและแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นและประเมินความถูกต้องของแนวคิดดังกล่าวผ่านกิจกรรมการโต้แย้ง

ขั้นแสดงความรู้เดิม สอดคล้องกับลักษณะสำคัญข้อที่ (3) และ (4)	
	ตัวอย่างกิจกรรม: นักเรียนรายบุคคลทำทดสอบก่อนเรียนว่านักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อความที่กำหนดให้ จากนั้นครูสอบถามนักเรียนทั้งห้องว่าเห็นด้วยและไม่เห็นด้วยกับข้อความใดบ้าง เพื่อดูแนวโน้มความคิดเห็นของนักเรียนทั้งห้อง และจดสรุปไว้บนกระดาน (ยังไม่ลบกระดานในส่วนนี้)
ขั้นดำเนินการกิจกรรม สอดคล้องกับลักษณะสำคัญข้อที่ (3) และ (4)	
	ตัวอย่างกิจกรรม: นักเรียนทำกิจกรรมการโต้แย้ง โดยแต่ละกลุ่มทำการสืบค้นข้อมูลเพื่อหาหลักฐานมาสนับสนุนหรือคัดค้านรายการแนวคิดคลาดเคลื่อนและแนวคิดวิทยาศาสตร์ (ที่ครูกำหนดไว้ในใบกิจกรรม) จากนั้นจึงเริ่มอภิปรายโต้แย้งกันระหว่างกลุ่มที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยในแต่ละรายการข้อความ พร้อมให้เหตุผลประกอบ ในจังหวะนี้ครูทำหน้าที่เป็นพิธีกรดำเนินรายการ ทำการซักถามและสรุปประเด็นความเข้าใจร่วมกัน
ขั้นสรุปที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม สอดคล้องกับลักษณะสำคัญข้อที่ (3) และ (4)	
	ตัวอย่างกิจกรรม: นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยตนเองอีกครั้ง เพื่อดูแนวโน้มความคิดเห็นที่เปลี่ยนไปของนักเรียนเสร็จแล้วนักเรียนทำใบกิจกรรมแผนภาพวัฏจักรคาร์บอนเพื่อตรวจสอบแนวคิดสุดท้าย
ขั้นสะท้อนผล สอดคล้องกับลักษณะสำคัญข้อที่ (3) และ (4)	
	ตัวอย่างกิจกรรม: นักเรียนส่งแบบทดสอบหลังเรียนและใบกิจกรรม จากนั้นครูสะท้อนผลการประเมินแนวคิดจากการตรวจใบกิจกรรมส่งคืนให้กับนักเรียน ขณะที่นักเรียนรายบุคคลประเมินการสอนของครูผ่านอนุทิน

อย่างไรก็ดี หลักการของขั้นสะท้อนความคิดที่ปรากฏในวงจรการวิจัยปฏิบัติการ (Kemmis & McTaggard (1998) กับขั้นสะท้อนผล ในการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ มีความเหลื่อมซ้อนกันอยู่ กล่าวคือ การสะท้อนคิดทั้งสองใช้หลักการเดียวกันในแง่ของการที่ครูนำข้อมูลผลการเรียนรู้ของผู้เรียนมาปรับปรุงการสอนของตนเอง แต่ขั้นสะท้อนผลในการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะจะขยายครอบคลุมไปถึงการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อให้เกิดความตระหนักและรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการตอบคำถามวิจัย คือ แบบวัดแนวคิดและใบกิจกรรมของนักเรียน โดยแบบวัดแนวคิดเป็นข้อคำถามปลายเปิดจำนวน 4 ข้อ ที่ปรับมาจาก Jin et al. (2013, pp. 1663-1697) ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน จากนั้นนำไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่มีบริบทใกล้เคียงกับกลุ่มที่ศึกษา และนำข้อคำถามมาปรับปรุง ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ ใช้เวลาทำครั้งละ 1 คาบเรียน (50 นาที) จากนั้นปรับแก้ไขเกณฑ์การแบ่งระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้ให้ครอบคลุมคำตอบของนักเรียน การเก็บผลระหว่างเรียนจะเก็บจากใบกิจกรรม ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญสามคนเช่นเดียวกัน จากนั้นปรับใบกิจกรรมตามข้อเสนอแนะที่ได้รับและนำไปใช้ร่วมกับแผน ทั้งนี้การเก็บข้อมูลเพื่อบ่งชี้ความก้าวหน้าในการเรียนรู้ ทั้งในแง่ระดับและเส้นทางการเรียนรู้จะมีการเก็บข้อมูลทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน จึงเข้ากันได้ดีกับรูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน เนื่องจากการวิจัยปฏิบัติการเน้นให้ผู้สอนนำผลการประเมินก่อนเรียนมาใช้ออกแบบกิจกรรม และนำผลการประเมินระหว่างทางมาใช้ในการสะท้อนความคิดและปรับปรุงการสอนของตนเองต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดแนวคิดเรื่องระบบนิเวศ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้วิธีวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) เพื่อบ่งชี้ระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนโดยการจัดกลุ่มเป็น 4 ระดับ ตามเกณฑ์ในตารางที่ 2 และ 4 ในส่วนของผลการวิจัย ทั้งนี้ได้สร้างความน่าเชื่อถือให้กับผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคการประเมินความสอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญ (Ketsing, 2019, p. 189) โดยให้ครูที่มีประสบการณ์การสอนชีววิทยามากกว่า 10 ปี 1 คน ทำการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนอย่างอิสระโดยใช้เกณฑ์เดียวกัน จากนั้นนำผลที่ได้มาอภิปรายร่วมกัน และปรับเกณฑ์เพื่อให้สอดคล้องกับคำตอบของผู้เรียนจนได้ข้อสรุปตรงกันทั้งหมด เสร็จแล้วส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาทั้งสองท่านตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง แล้วจึงหาความถี่และร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับ

ผู้วิจัยวิเคราะห์เส้นทางการเรียนรู้แนวคิดของนักเรียนโดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบอุปนัย (Inductive Analysis) (Ketsing, 2019, pp. 204-214) โดยเริ่มต้นจากการอ่านและตีความคำตอบที่ได้จากแบบวัดแนวคิดก่อนเรียน เพื่อวินิจฉัยจุดเริ่มต้นที่อาจแตกต่างกันของนักเรียนแต่ละคน จากนั้นจะทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของเส้นทางระหว่างทางจากใบกิจกรรมการเรียนรู้และแบบวัดแนวคิดหลังเรียน และสุดท้ายวิเคราะห์ปลายทางของนักเรียนแต่ละคนจากแบบวัดแนวคิดหลังเรียนเพื่อบ่งชี้เส้นทางการเรียนรู้ที่ชัดเจน โดยข้อมูลจากแบบวัดแนวคิดก่อนเรียนและการตรวจใบกิจกรรมจะเป็นตัวบอกว่าครูต้องออกแบบและปรับกิจกรรมอย่างไร เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ จากนั้นส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาทั้งสองท่านตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง ก่อนทำการสกัดรูปแบบ (Pattern) ของเส้นทางการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งห้องเรียน แล้วจึงหาความถี่และร้อยละของนักเรียนในแต่ละเส้นทางการเรียนรู้

ผลการวิจัย

งานวิจัย พบว่า นักเรียนมีระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้ และเส้นทางการเรียนรู้ของแนวคิดเรื่องการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ และเรื่องวัฏจักรคาร์บอน ดังนี้

1. แนวคิดเรื่องการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

ระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้แนวคิดเรื่องการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียนชี้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการเรียนรู้แนวคิดเรื่องการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศพัฒนาขึ้น (17 คน ร้อยละ 56.67) เมื่อเทียบกับก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ รองลงมาคือมีระดับการเรียนรู้คงที่ (11 คน ร้อยละ 36.67) โดยหลังเรียนพบว่ามึนักเรียนอยู่ในระดับที่ 4 จำนวน 3 คน (ร้อยละ 10.00) ระดับที่ 3 จำนวน 9 คน (ร้อยละ 30.00) และส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ 2 จำนวน 10 คน (ร้อยละ 33.33) ดังแสดงในตาราง 2

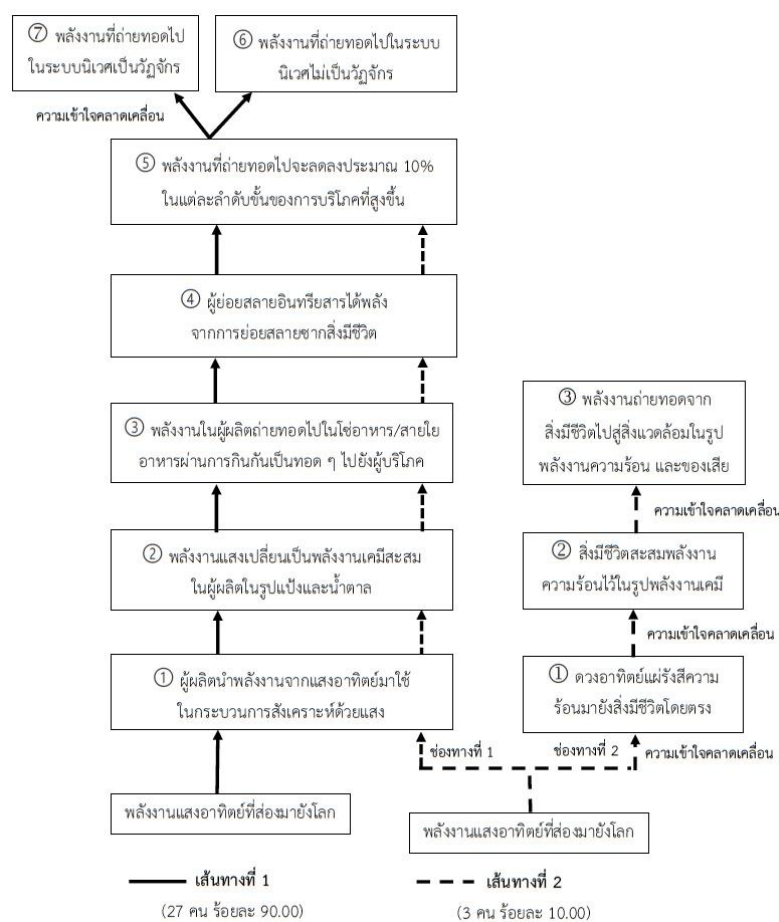
ตาราง 2 ระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้แนวคิดเรื่องการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

N = 30

ระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้แนวคิดเรื่องการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ	จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับ	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ระดับ 4 (แนวคิดระดับบน upper anchor) นักเรียนสามารถอธิบายการถ่ายทอดพลังงานแสงอาทิตย์ไปยังผู้ผลิต และจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคและผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารได้ อธิบายการเปลี่ยนแปลงพลังงานและการเปลี่ยนรูปพลังงานตามหลักการอนุรักษ์พลังงานได้ อธิบายเหตุผลของการถ่ายทอดพลังงานที่ลดลงตามลำดับขั้นการบริโภคที่สูงขึ้นได้ว่าพลังงานสูญเสียไปในรูปใดบ้าง รวมถึงระบุสาเหตุที่พลังงานไม่หมุนเวียนกลับไปยังผู้ผลิตได้ จึงทำให้การถ่ายทอดพลังงานไม่เป็นวัฏจักร และไม่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน	0	3 (10.00)
ระดับ 3 (แนวคิดระดับกลาง intermediate level ขั้นที่ 2) นักเรียนสามารถอธิบายการถ่ายทอดพลังงานแสงอาทิตย์ไปยังผู้ผลิต และจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคและผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารได้ อธิบายการเปลี่ยนแปลงพลังงานและการเปลี่ยนรูปพลังงานตามหลักการอนุรักษ์พลังงานได้บางส่วน อธิบายเหตุผลของการถ่ายทอดพลังงานที่ลดลงตามลำดับขั้นการบริโภคที่สูงขึ้นได้บางส่วน รวมถึงระบุสาเหตุบางส่วนที่พลังงานไม่เปลี่ยนรูปกลับไปยังผู้ผลิต จึงทำให้การถ่ายทอดพลังงานไม่เป็นวัฏจักร และอาจมีแนวคิดคลาดเคลื่อน	4 (13.33)	9 (30.00)

ระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้แนวคิดเรื่องการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ	จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับ	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ระดับ 2 (แนวคิดระดับกลาง intermediate level ขั้นที่ 1) นักเรียนสามารถอธิบายการถ่ายทอดพลังงานจากแสงอาทิตย์ไปยังผู้ผลิต และจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคและผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารได้ โดยอธิบายอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้ได้ พลังงานที่ถ่ายทอดไปจะลดลงตามลำดับขั้นของการบริโภคที่สูงขึ้น <u>หรือ</u> พลังงานที่ถ่ายทอดไปจะไม่กลับไปยังผู้ผลิต ทำให้การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศไม่เป็นวัฏจักร และอาจมีแนวคิดคลาดเคลื่อน	10 (33.33)	10 (33.33)
ระดับ 1 (แนวคิดระดับล่าง lower anchor) นักเรียนสามารถอธิบายได้เพียงว่าพลังงานจากแสงอาทิตย์ถ่ายทอดไปยังผู้ผลิต และจากผู้ผลิตไปถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคและผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร และอาจมีแนวคิดคลาดเคลื่อน	16 (53.33)	8 (26.67)

เส้นทางการเรียนรู้แนวคิดเรื่องการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเส้นทางการเรียนรู้แนวคิดเรื่องการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ โดยอาศัยข้อมูลจากแบบวัดแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียน ร่วมกับข้อมูลจากใบกิจกรรมที่นักเรียนทำระหว่างเรียน แสดงในภาพที่ 1 อย่างไรก็ตามจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ปรากฏในแต่ละเส้นทาง ไม่ได้หมายความว่านักเรียนทุกคนที่ใช้เส้นทางนั้นๆ ได้เดินไปจนสุดทาง (ระดับที่ 4) เหตุเพราะยังคงมีนักเรียนจำนวนหนึ่งที่เผชิญกับอุปสรรค และหยุดอยู่กลางทาง หากแต่มีหลักฐานเพียงพอให้เชื่อได้ว่านักเรียนคนนั้นๆ มีแนวโน้มว่าจะใช้เส้นทางดังกล่าว



ภาพ 1 เส้นทางการเรียนรู้แนวคิดเรื่องการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

จากภาพ 1 พบว่า นักเรียนมีเส้นทางการเรียนรู้แนวคิดเรื่องการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ แบ่งออกได้เป็น 2 เส้นทาง คือ **เส้นทางที่ 1** นักเรียนส่วนใหญ่ (27 คน ร้อยละ 90.00) เริ่มต้นเรียนรู้แนวคิดเรื่องนี้จากความเข้าใจว่าพลังงานจากแสงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลกถูกผู้ผลิตนำมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (หมายเลข ①) ทำให้พลังงานแสงเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีและสะสมในร่างกายของผู้ผลิตในรูปแป้งและน้ำตาล (หมายเลข ②) จากนั้นพลังงานในผู้ผลิตเกิดการถ่ายทอดไปในโซ่อาหารหรือสายใยอาหาร ผ่านการกินกันเป็นทอดๆ ที่เรียกว่าการบริโภคตามลำดับขั้น (Trophic Levels) ได้เป็นพลังงานเคมีสะสมในร่างกายของผู้บริโภค (หมายเลข ③) (มีนักเรียน 15 คนที่อธิบายได้ถึงจุดนี้) และเมื่อสิ่งมีชีวิตตายลง ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารจะทำหน้าที่ย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิต ได้เป็นพลังงานเคมีสะสมในตัวผู้ย่อยสลายต่อไป (หมายเลข ④) (มีนักเรียน 9 คนที่อธิบายได้ถึงจุดนี้) สำหรับเส้นทางการเรียนรู้นี้ นักเรียนที่อยู่ในระดับที่ 4 สามารถอธิบายได้ว่าพลังงานที่ถ่ายทอดไปจะลดลงประมาณ 10% ในแต่ละลำดับขั้นของการบริโภคที่สูงขึ้น อันเนื่องมาจากการสูญเสียพลังงานในรูปความร้อนที่เกิดจากการย่อยอาหารหรือกิจกรรมอื่นๆ ในการดำรงชีวิต และสูญเสียไปในส่วนที่ย่อยไม่ได้และขับออกมาในรูปของเสีย โดยพลังงานที่สูญเสียไปนี้จะคืนสู่สิ่งแวดล้อม (หมายเลข ⑤) และจะไม่หมุนเวียนกลับไปยังผู้ผลิตอีก ทำให้การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศไม่เป็นวัฏจักร (หมายเลข ⑥) (มีนักเรียน 3 คนที่อธิบายได้ถึงจุดนี้)

อย่างไรก็ดี ในเส้นทางการเรียนรู้แบบที่ 1 นี้ อาจพบนักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า พลังงานที่ถ่ายทอดไปยังผู้ย่อยสลายจะหมุนเวียนกลับสู่ผู้ผลิตอีกครั้งผ่านการดูดซึมซากอินทรีย์วัตถุ และ/หรือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผู้ย่อยสลายปลดปล่อยออกมาจากกระบวนการหายใจ (หมายเลข ⑦) ซึ่งคำตอบส่วนนี้ชี้ว่านักเรียนมีความสับสนกับแนวคิดเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและการอนุรักษ์สาร ที่เคยเรียนมาในรายวิชาอื่นหรือในระดับชั้นก่อนหน้า ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในเส้นทางการเรียนรู้ที่ 1 แสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในเส้นทางที่ 1 เรื่องการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

คำตอบของนักเรียนรหัส M04 จากแบบวัดแนวคิด	การวิเคราะห์ของผู้วิจัย
พลังงานจากแสงอาทิตย์ถูกถ่ายทอดไปยังผู้ผลิต เนื่องจากผู้ผลิตคือสิ่งมีชีวิตที่เป็นพืช และพืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีคลอโรฟิลล์ ซึ่งทำให้พืชสามารถสังเคราะห์แสงได้ หลังจากนั้นผู้บริโภคก็มากินผู้ผลิต (ผู้บริโภคลำดับที่ 1 ของโซ่อาหารซึ่งเป็นสัตว์กินพืช) ทำให้พลังงานถูกถ่ายทอดจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคลำดับที่ 1 และเมื่อผู้บริโภคลำดับที่ 2 มากินผู้บริโภคลำดับที่ 1 พลังงานก็จะถูกถ่ายทอดจากผู้บริโภคลำดับที่ 1 ไปยังผู้บริโภคลำดับที่ 2 เป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ โดยการถ่ายทอดพลังงานนี้อยู่บนพื้นฐานของกฎ 10% นั่นคือ การถ่ายทอดพลังงานในแต่ละครั้ง จะถ่ายทอดพลังงานไปเพียงประมาณ 10% ทั้งนี้พลังงานที่ได้รับการถ่ายทอดมานั้น สิ่งมีชีวิตก็นำไปใช้ในกระบวนการต่างๆ ในการดำรงชีวิตของตน ทำให้สิ่งมีชีวิตต่อไปที่กินนั้นได้รับพลังงานไม่ทั้งหมด 100% พลังงานที่ถ่ายทอดนั้นจะไม่เกิดการหมุนเวียน เพราะสุดท้ายแล้วพลังงานก็จะไปสิ้นสุดการถ่ายทอดที่ผู้ย่อยสลาย ซึ่งก็คือ ราชันดินหนึ่ง ซึ่งเราไม่สามารถถ่ายทอดพลังงานกลับสู่ดวงอาทิตย์หรือผู้ผลิตได้ ดังนั้นการถ่ายทอดพลังงานจึงไม่เกิดการหมุนเวียนนั่นเอง	นักเรียนมีเส้นทางการเรียนรู้เริ่มตั้งแต่หมายเลข ① ถึงหมายเลข ⑥ โดยสามารถอธิบายการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศที่สะท้อนถึงหลักการอนุรักษ์พลังงาน สามารถระบุเหตุผลของการถ่ายทอดพลังงานที่ลดลงในแต่ละลำดับขั้นการบริโภค รวมถึงเหตุผลของการที่พลังงานไม่หมุนเวียนไปยังผู้ผลิต และไม่พบแนวคิดคลาดเคลื่อน

เส้นทางที่ 2 พบว่า นักเรียน 3 คน (ร้อยละ 10.00) เริ่มต้นความเข้าใจว่าพลังงานจากแสงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงและถ่ายทอดไปยังผู้ผลิต ผู้บริโภคและผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารได้ 2 ช่องทาง คือช่องทางที่ 1 ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและการบริโภคตามลำดับขั้นเหมือนเช่นในเส้นทางที่ 1 ส่วนช่องทางที่ 2 คือ แสงอาทิตย์แผ่รังสีความร้อนมายังสิ่งมีชีวิตโดยตรง (หมายเลข ①) จากนั้นสิ่งมีชีวิตจึงนำพลังงานความร้อนมาสะสมไว้ในรูปพลังงานเคมี (หมายเลข ②) และถ่ายทอด

พลังงานไปยังสิ่งแวดล้อมในรูปพลังงานร้อนที่สูญเสียไปจากกิจกรรมการดำรงชีวิต และส่วนที่น้อยสลายไม่ได้ที่ขับถ่ายออกมาในรูปของเสีย (หมายเลข ③) ดังนั้น จะเห็นว่านักเรียนกลุ่มนี้มีจุดเริ่มต้นการเรียนรู้ที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนปนอยู่ ซึ่งเกิดจากความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องการถ่ายโอนพลังงานความร้อนที่เรียนมาในระดับชั้นก่อนหน้า อย่างไรก็ตาม นักเรียนกลุ่มนี้เข้าใจว่าพลังงานที่ถ่ายทอดไปจะมีปริมาณลดลงในแต่ละลำดับขั้นของการบริโภคที่สูงขึ้น และทราบว่าพลังงานจากผู้ย่อยสลายจะไม่หมุนเวียนกลับไปยังผู้ผลิตอีก

2. แนวคิดเรื่องวัฏจักรคาร์บอน

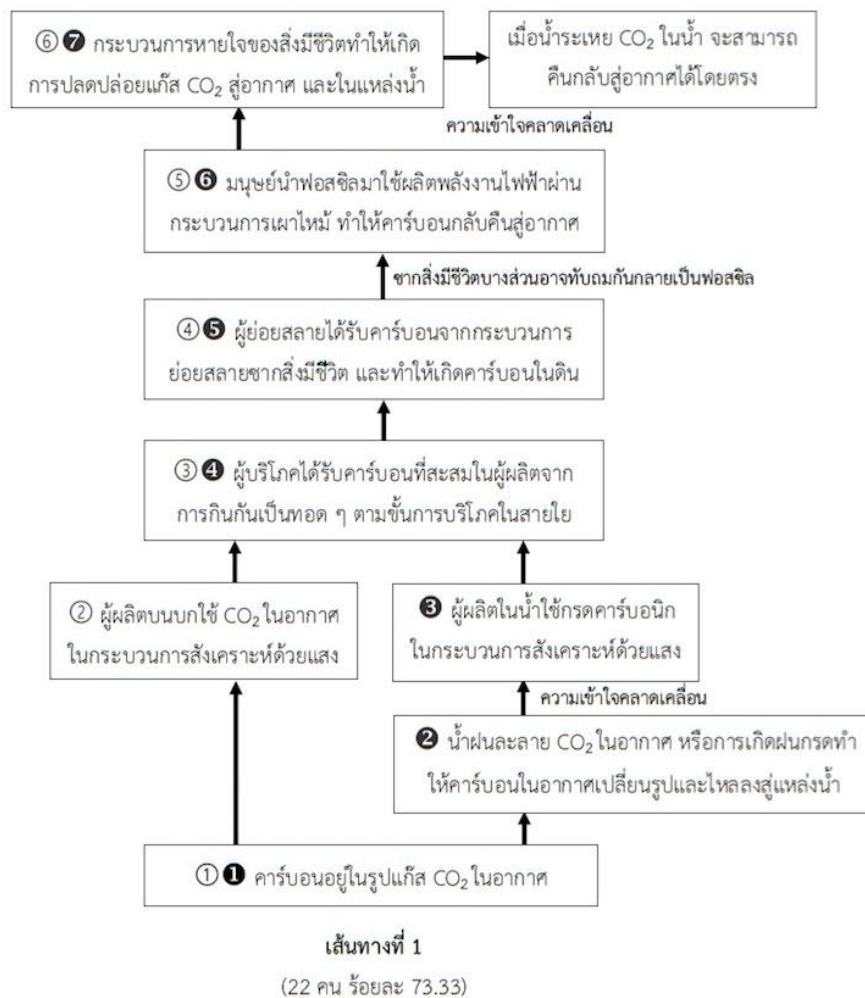
ระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้แนวคิดเรื่องวัฏจักรคาร์บอน ผลการวิจัย พบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้พัฒนาขึ้น (27 คน ร้อยละ 90.00) รองลงมาคือมีระดับการเรียนรู้คงที่ (2 คน ร้อยละ 6.67) โดยหลังเรียน พบนักเรียนในระดับที่ 4 จำนวน 3 คน (ร้อยละ 10.00) ระดับที่ 3 จำนวน 21 คน (ร้อยละ 70.00) และระดับที่ 2 จำนวน 5 คน (ร้อยละ 16.67) ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้ในแนวคิดเรื่องวัฏจักรคาร์บอน

ระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้วัฏจักรคาร์บอน	จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับ	
	ก่อนเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ระดับ 4 (แนวคิดระดับบน upper anchor) นักเรียนสามารถอธิบายการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรของธาตุคาร์บอนในรูปต่างๆ ผ่านกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต โดยอธิบายครบทั้ง 4 แหล่ง ได้แก่ ในอากาศ ในดิน ในน้ำ และในสิ่งมีชีวิต ได้อย่างถูกต้อง และไม่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน	0	3 (10.00)
ระดับ 3 (แนวคิดระดับกลาง intermediate level ขั้นที่ 2) นักเรียนสามารถอธิบายการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรของธาตุคาร์บอนในรูปต่างๆ ผ่านกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต โดยอธิบายครบทั้ง 4 แหล่ง ได้แก่ ในอากาศ ในดิน ในน้ำ และในสิ่งมีชีวิต และอาจมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับรูปของคาร์บอนที่เปลี่ยนแปลงไป	2 (6.67)	21 (70.00)
ระดับ 2 (แนวคิดระดับกลาง intermediate level ขั้นที่ 1) นักเรียนสามารถอธิบายการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรของธาตุคาร์บอนในรูปต่างๆ ผ่านกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตได้บางส่วน ไม่ครบทั้ง 4 แหล่ง ซึ่งส่วนใหญ่อธิบายรูปของคาร์บอนที่พบในอากาศและในสิ่งมีชีวิตได้ และอาจมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน	7 (23.33)	5 (16.67)
ระดับ 1 (แนวคิดระดับล่าง lower anchor) นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนรูปของคาร์บอนได้บางส่วน แต่ไม่เชื่อมโยงเป็นวัฏจักร และอาจมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน	21 (70.00)	1 (3.33)

เส้นทางการเรียนรู้แนวคิดเรื่องวัฏจักรคาร์บอน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเส้นทางการเรียนรู้แนวคิดเรื่องวัฏจักรคาร์บอน แสดงดังภาพที่ 2 จากภาพที่ 2 แสดงเส้นทางการเรียนรู้เรื่องวัฏจักรคาร์บอน **เส้นทางที่ 1** ที่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (22 คน ร้อยละ 73.33) อยู่ในเส้นทางนี้ โดยนักเรียนเริ่มต้นเรียนรู้เรื่องวัฏจักรคาร์บอนจากความเข้าใจที่ว่าคาร์บอนในรูปแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ (หมายเลข ①) ถูกพืชหรือผู้ผลิตบนบกนำมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ทำให้คาร์บอนเปลี่ยนรูปและสะสมอยู่ในต้นพืช (หมายเลข ②) จากนั้นคาร์บอนในพืชถูกส่งต่อไปยังผู้บริโภคผ่านการกินกันเป็นทอดๆ ของสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหารและสายใยอาหาร ตามลำดับขั้นการบริโภค (หมายเลข ③) (มีนักเรียน 4 คนที่อธิบายได้ถึงจุดนี้) เมื่อสิ่งมีชีวิตตายลง ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารจะทำการย่อยซากสิ่งมีชีวิตส่งผลให้คาร์บอนที่อยู่ในผู้ผลิตและผู้บริโภคเปลี่ยนรูปไปเป็นคาร์บอนในดิน (หมายเลข ④) (มีนักเรียน 2 คนที่อธิบายได้ถึงจุดนี้) ขณะที่ซากสิ่งมีชีวิตส่วนที่ไม่ย่อยสลายและผ่านการทับถมกันเป็นเวลายาวนานจะกลายเป็น

ฟอสซิล เมื่อมนุษย์นำฟอสซิลมาใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้า ด้วยการเผาไหม้ทำให้คาร์บอนในฟอสซิลกลับคืนสู่อากาศ (หมายเลข ⑤) อีกทั้งกระบวนการหายใจของสิ่งมีชีวิตทั้งผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร ยังปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สู่อากาศอีกทางหนึ่งด้วย (หมายเลข ⑥) (มีนักเรียน 17 คนที่อธิบายได้ถึงจุดนี้) นอกจากนี้นักเรียนที่อยู่ในเส้นทางการเรียนรู้ที่ 1 มองว่าการละลาย (dissolving) หรือ การเกิดฝนกรด (acid rain formation) เป็นกระบวนการสำคัญที่เปลี่ยนรูปคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ ให้กลายเป็นกรดคาร์บอนิก ไหลลงสู่แหล่งน้ำ (หมายเลข ②) ซึ่งผู้ผลิตที่อยู่ในน้ำใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ทำให้ได้คาร์บอนสะสมในตัวผู้ผลิต (หมายเลข ③) และถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคที่อาศัยอยู่ในน้ำต่อไป (หมายเลข ④) และนักเรียนกลุ่มนี้อาจมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าเมื่อน้ำระเหย คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำจะระเหยกลับคืนสู่อากาศได้โดยตรง ส่วนนักเรียนที่อยู่ในระดับที่ 4 ซึ่งมีจำนวน 3 คนไม่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องนี้



ภาพ 2 เส้นทางการเรียนรู้แนวคิดเรื่องวัฏจักรคาร์บอน

เส้นทางที่ 2 มีนักเรียน 4 คน (ร้อยละ 13.33) อยู่ในเส้นทางนี้ โดยนักเรียนกลุ่มนี้มีเส้นทางการเรียนรู้เหมือนกับนักเรียนในเส้นทางที่ 1 ตั้งแต่หมายเลข ① ถึงหมายเลข ⑥ ส่วนที่ต่างกันคือ นักเรียนมองว่า การชะล้าง (Leaching/Run Off) ของดินเนื่องจากฝน และ/หรือ การขับถ่าย (Excretion) ของผู้บริโภค เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้คาร์บอนในดินไหลลงสู่แหล่งน้ำ และนักเรียนกลุ่มนี้อาจมีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่าแก๊สมีเทนสามารถชะล้างจากดินลงสู่แหล่งน้ำได้ ดังแสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในเส้นทางการเรียนรู้ที่ 2 ในตาราง 5

สำหรับในส่วนของระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้ และเส้นทางการเรียนรู้ของนักเรียนคนหนึ่งๆ พบว่ามีความเชื่อมโยงกัน แต่ไม่ใช่สิ่งเดียวกันร้อยเปอร์เซ็นต์ กล่าวคือระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้จะบอกให้ทราบว่านักเรียนแต่ละคนมีการพัฒนาไปอย่างไร โดยเทียบจุดสุดท้ายกับจุดเริ่มต้น ในกรณีนี้คือ ก่อนเรียนและหลังเรียน แต่ไม่อาจบอกเส้นทางการเรียนรู้ได้อย่างชัดเจนหรือไม่อาจบอกเส้นเชื่อมระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้าย แต่การศึกษาเส้นทางการเรียนรู้จะให้คำตอบในเรื่องนี้ รวมทั้งระบุว่าความเข้าใจตลาดเคลื่อนที่ปะปนอยู่ในเส้นทางการเรียนรู้นั้นคืออะไร อย่างไรก็ตามงานวิจัยอื่นที่ศึกษาแนวคิดหลัก (Core Idea/Core Concept) ลักษณะอื่นที่ไม่เป็นกระบวนการ หรือไม่ใช่แนวคิดเชิงทฤษฎี (Theoretical Concept) (Lawson et al., 2000, p. 998) เฉกเช่นแนวคิดในงานวิจัยนี้ อาจได้ข้อค้นพบที่ต่างออกไป โดยอาจมีเส้นทางการเรียนรู้ที่ซับซ้อนกว่านี้ หรือมีบางจังหวะที่มีแนวคิดย่อยสนับสนุนมาจากด้านข้าง แทนที่จะมาไต่ระดับจากล่างขึ้นบน ดังนั้นหน้าตาของเส้นทางการเรียนรู้ อาจแตกต่างไปจากงานวิจัยนี้ ขึ้นกับธรรมชาติของแนวคิดที่ทำการศึกษา อย่างไรก็ตามสิ่งที่พึงระลึกว่าการศึกษาความก้าวหน้าในการเรียนรู้จะจำเพาะกับแนวคิดหลัก (Core Idea/Core Concept) เท่านั้น (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดหลักได้ใน NGSS (NGSS Lead States, 2013)) เนื่องจากหลักการสำคัญของงานวิจัยด้านนี้คือเพื่อศึกษาการไต่ระดับการเรียนรู้ของนักเรียนและนำข้อมูลไปใช้ในการปรับการจัดเรียงลำดับเนื้อหาในหลักสูตร และให้ครูนำข้อมูลไปใช้ในการออกแบบและปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนต่อไป

กล่าวโดยสรุปงานวิจัยนี้ พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ สามารถพัฒนาระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนส่วนใหญ่ได้ โดยเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเพราะลักษณะสำคัญและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้สอนนำข้อมูลผลการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและระหว่างเรียนมาปรับปรุงการสอนของตนเอง (Corcoran & Silander, 2009) ขณะที่เน้นให้นักเรียนมีการสะท้อนคิดและตระหนักรู้ในการเรียนรู้ของตนเอง (Metacognition) อย่างต่อเนื่องตลอดในทุกขั้นของกระบวนการเรียนการสอน อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้นักเรียนให้ข้อมูลย้อนกลับกับผู้สอนเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ว่าช่วยให้พวกเขาเรียนรู้ได้ดีขึ้นหรือไม่

ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนมักมีเส้นทางการเรียนรู้มากกว่า 1 เส้นทาง โดยยึดโยงมาจากเนื้อหาที่ได้เรียนมาก่อนหน้าจากรายวิชาเดียวกันหรือรายวิชาอื่น อาทิ นักเรียนนำแนวคิดการถ่ายโอนพลังงานความร้อนซึ่งเป็นแนวคิดทางฟิสิกส์ มาอธิบายเรื่องการถ่ายเทพลังงานในระบบนิเวศ และนักเรียนนำแนวคิดการเกิดฝนกรดมาอธิบายเรื่องวัฏจักรคาร์บอน ดังนั้นการจัดลำดับเนื้อหาในหลักสูตรสถานศึกษาควรเชื่อมโยงแนวคิดต่างๆ ที่สัมพันธ์กันในลักษณะหัวเรื่อง (Theme-Based Unit) เพื่อลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา และช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายมากขึ้น

2. จากผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนมีเส้นทางการเรียนรู้มากกว่า 1 เส้นทางในการทำความเข้าใจแนวคิดหลักเรื่องหนึ่งๆ งานวิจัยนี้จึงเสนอแนะว่าผู้ออกแบบคู่มือและครูควรพิจารณาข้อมูลเส้นทางการเรียนรู้เหล่านี้ไปเพื่อจัดเรียงลำดับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเส้นทางการเรียนรู้รูปแบบต่างๆ ของผู้เรียน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่มอบทุนสนับสนุนการทำวิจัย

References

- Allen, M. (2015). Preschool children's taxonomic knowledge of animal species. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(1), 107–134.
- Berg, R., Slegers, P., Femke Geijssels, F., & Vandenberghe, R. (2000). Implementation of an innovation: Meeting the concerns of teachers. *Studies in Educational Evaluation*, 26, 331-350. DOI:10.1016/S0191-491X(00)00022-5
- Corcoran, T., Mosher, F. A., & Rogat, A. (2009). Learning progressions in science: An evidence-based approach to reform. CPRE Research Report # RR-63.
- Corcoran, T., & Silander, M. (2009). Instruction in high schools: The evidence and the challenge. *The Future of children*, 19(1), 157-83. DOI:10.1353/foc.0.0026
- Disessa, A. A. (2002). Why "Conceptual Ecology" is a Good Idea. In: Limón M., Mason L. (eds) *Reconsidering Conceptual Change: Issues in Theory and Practice*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/0-306-47637-1_2
- Duschl, R., Maeng, S., & Sezen, A. (2011). Learning progressions and teaching sequences: A review and analysis. *Studies in Science Education*, 47(2), 123-182.
- Houtveen, T., & Van de Grift, W. (2001). Inclusion and adaptive instruction in elementary education. *Journal of Education for Students Placed at Risk*, 6(4), 389-409.
- Jin, H., Zhan, L., & Anderson, C. W. (2013). Developing a fine-grained learning progression framework for carbon-transforming processes. *International Journal of Science Education*, 35(10), 1663-1697.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1998). *The Action Research Planner*. Geelong, Victoria: Deakin University Press.
- Ketsing, J. (2019). *Science Classroom Action Research: A Learning Pathway for Improving You*. Bangkok: Charansanitwong Printing. [in Thai]
- Lawson, A. E., Alkhoury, S., Benford, R., Clark, B. R., & Falconer, K. A. (2000). What kinds of scientific concepts exist? Concept construction and intellectual development in college biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 996-1018.
- Ministry of Education. (2009). *National Core Curriculum B.E. 2551*. Bangkok: The Agricultural Cooperative Federation of Thailand. [in Thai]
- National Research Council. (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Phochana, P., Singlop, S., & Srisanyong, S. (2018). A study of learning achievement, science concepts and attitude towards biology on the topic of structure and flowering plants of Matthayomsuksa 5 students through constructivism theory. *Journal of Education Naresuan University*, 20(2), 126-139. [in Thai]

- Plummer, J. D., & Krajcik, J. (2010). Building a learning progression for celestial motion: Elementary levels from an earth-based perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7), 768-787.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Stevens, S. Y., Delgado, C., & Krajcik, J. (2010). Developing a hypothetical multidimensional learning progression for the nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(6), 687-715.
- Tomlinson, C. A. (2006). *An educator's guide to differentiating instruction*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
- Treagust, D. F., & Duit, R. (2009). Multiple perspectives of conceptual change in science and the challenges ahead. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 32(2), 89-104.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Waxman, H. C., Alford, B. L., & Brown, D. (2013). Internalized instruction. In J. Hattie & E. M. Anderman (Eds.). *International Guide to Student Achievement*. New York, NY: Routledge.

บทความวิจัย (Research Article)

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

THE EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT USING 4E×2 INSTRUCTIONAL MODEL
AND HIGHER-ORDER QUESTIONS ON MATHEMATICAL CONCEPTS AND REASONING
ABILITY OF GRADE 8 STUDENTS

Received: April 10, 2019

Revised: June 14, 2019

Accepted: June 27, 2019

นริศ บัวขาว^{1*} คงรัฐ นวลแปง² และอาพันธ์ชนิต เจนจิต³
Narit Buakhao^{1*} Kongrat Nualpang² and Apunchanit Jenjit³

^{1,2,3}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา^{1,2,3}Faculty of Education, Burapha University, ChonBuri, 20130, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: n20naritbuakhao@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี จำนวน 48 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง 2) แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที (one sample t-test) ผลการวิจัย พบว่า

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

คำสำคัญ: รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

Abstract

The purposes of this research were to compare the student's mathematical concepts on congruence and mathematical reasoning ability of grade 8 after using 4Ex2 instructional model and higher-order questions with a 70 percent criterion. The sample for this research consisted of 48 grade 8 students at from a large size school in Chonburi Province, selected by cluster random sampling. The research instruments were lesson plans of 4Ex2 instructional model with higher-order questions, mathematical concepts test and mathematical reasoning ability test. The data were analyzed by mean, standard deviation and one sample t-test. The results were as follows:

1. The mathematical concepts on congruence of grade 8 students after using 4Ex2 instructional model and higher-order questions was statistically higher than 70 percent criterion at the .05 level of significance.
2. The mathematical reasoning ability of grade 8 students after using 4Ex2 instructional model and higher-order questions was statistically higher than 70 percent criterion at the .05 level of significance.

Keywords: 4Ex2 Instructional Model and Higher-order Questions, Mathematical Concepts, Mathematical Reasoning Ability

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการดำรงชีวิตและการพัฒนาการคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ แบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตและทำให้อยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (Ministry of Education, 2003, p. 1)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กำหนดให้วิชาคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 6 สาระ ซึ่งสาระที่ 1-5 เป็นความรู้ทางคณิตศาสตร์และสาระที่ 6 เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ ความรู้ทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) ความรู้เชิงมโนทัศน์ เป็นความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทฤษฎี และที่มาหรือเหตุผลของขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ และ 2) ความรู้เชิงขั้นตอน เป็นความรู้เกี่ยวกับการคำนวณ การใช้กฎ กลวิธีและขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ (Makanong, 2010, pp. 3-5) ซึ่งความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอน มีความสำคัญต่อการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้งานจะช่วยให้นักเรียนทำงานเกี่ยวกับทางคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ สามารถนำความรู้ที่ไปประยุกต์ใช้เมื่อมีปัญหาที่มีเงื่อนไขที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม (Makanong, 2010, p. 6) โดยเฉพาะความรู้เชิงมโนทัศน์ เนื่องจาก มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาหรือใช้งาน เพราะความรู้เชิงมโนทัศน์เป็นความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทฤษฎี และที่มาหรือเหตุผลของขั้นตอน นักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ดีมักเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ รวมทั้งมีพื้นฐานที่จะเชื่อมโยงและคิดในระดับสูงได้ดีด้วย (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2012, p. 61) และสอดคล้องกับคำกล่าวของ Makanong (2010, p. 3) ที่ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความรู้ที่สำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ ทั้งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับสูงและต่อการนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา เพราะความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอด ทฤษฎี และที่มาหรือเหตุผลของขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

นอกจากการสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แล้ว การให้เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหนึ่งที่ครูจะต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ทั้งนี้ เนื่องจากการให้เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการที่ช่วยให้นักเรียนพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์ได้ โดยการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่จะเข้าในงานธรรมนั้น และเป็นสิ่งที่ใช้คิดเกี่ยวกับสมบัติต่างๆ ในทางคณิตศาสตร์ และ

พัฒนาให้อยู่ในลักษณะของการอ้างอิง เพื่อให้สามารถใช้ข้อเท็จจริงที่เรียนรู้มาอ้างอิงไปยังสิ่งใหม่ จะเห็นว่าการให้เหตุผลเป็นทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหนึ่งที่ สำคัญ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ (Russell, 1999, p. 1) และสอดคล้องกับ The National Council of Teachers of Mathematics (2000, pp. 56-59) ที่เสนอว่า การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ นั้นจะเป็นแนวทางในการพัฒนาให้เกิดการแสดงออกถึงความเข้าใจอันลึกซึ้งเกี่ยวกับนิยามทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนั้น การให้เหตุผล จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่ง ที่จะช่วยพัฒนานักเรียนให้ดีขึ้นได้

จากการศึกษาผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน คณิตศาสตร์เท่าที่ควร (Thipkong, 2001, p. 1) เห็นได้จากการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับ นานาชาติ พ.ศ. 2558 (Trends in International and Science Study 2015) เป็นโครงการที่สมาคมนานาชาติใช้ประเมินผลสัมฤทธิ์ ทางการศึกษา ซึ่งการประเมินประกอบด้วย ด้านเนื้อหาและด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่า ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชา คณิตศาสตร์เท่ากับ 431 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยที่กำหนด คือ 500 คะแนน เมื่อจำแนกตามเนื้อหาวิชาและพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่า คะแนนเฉลี่ยในเนื้อหา เรื่อง เรขาคณิต เท่ากับ 429 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยด้านการให้เหตุผลเท่ากับ 436 คะแนน ตามลำดับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, หน้า 11-12) ซึ่งในการทำข้อสอบพบว่า นักเรียนทำข้อสอบแบบเลือกตอบ ได้มากกว่าแบบเขียนตอบแสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่สามารถเขียนคำอธิบายหรืออ้างอิงเหตุผลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2017, p. 1) ที่เสนอว่า มีนักเรียน ส่วนใหญ่ยังขาดความสามารถเกี่ยวกับการแสดงหรืออ้างอิงเหตุผลทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน รวมถึงผลการทดสอบการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ที่ได้มีการกำหนดเป้าหมายยุทธศาสตร์และตัวบ่งชี้ การปฏิรูปการศึกษาใน พ.ศ. 2552-2561 โดยระบุว่า นักเรียนต้องมีคะแนนเฉลี่ยในวิชาคณิตศาสตร์มากกว่าร้อยละ 50 (Maensanguan, 2013, p. 270) แต่ผลการทดสอบปีการศึกษา 2558-2560 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี พบว่า มีคะแนน เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 33.16, 29.46 และ 24.76 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 สาเหตุหนึ่งอาจเนื่องมาจาก นักเรียนขาดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับสิ่งที่เรียน หรือขาดความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในการเรียน เมื่อไม่เข้าใจเนื้อหานั้นจะทำให้ นักเรียนไม่อยากเรียนรู้ นักเรียนไม่เกิดกระบวนการคิด และไม่สามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเองได้ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ต่ำลง (Wonglekha, 2010) และสอดคล้องกับการสัมภาษณ์ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนแห่งหนึ่งใน จังหวัดชลบุรี พบว่า ในเรื่องความเท่ากันทุกประการ นักเรียนส่วนใหญ่ใช้วิธีการท่องจำวิธีการและเน้นเฉพาะการหาคำตอบโดยไม่ สามารถอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถสรุปเนื้อหาเป็นความรู้ของตนเองได้ และยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับ มโนทัศน์อยู่มาก ทำให้นักเรียนนำไปใช้ในการหาคำตอบได้ไม่เท่าที่ควร (Osotphasom & Wangkunklang, January 15, 2018, Personal Communication)

จากปัญหาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังประสบปัญหาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์อยู่เป็นอย่างมาก สาเหตุอาจเกิดจากการจัดกิจกรรมการสอนของครูที่ไม่ส่งเสริมกระบวนการคิด โดยครูเป็นคนบอกขั้นตอน แล้วให้นักเรียนทำตาม บอกวิธีทำ ให้ตัวอย่างและมุ่งให้นักเรียนทำตามตัวอย่างโดยไม่ให้ออกาสนักเรียนได้เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ทำให้ ผู้เรียนขาดการสะท้อนคิดของตนเองที่ตอบสนองต่อข้อมูลหรือข้อความที่ได้อ่าน และครูขาดการประเมินความรู้ของนักเรียนอย่าง สม่าเสมอ เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ไม่สามารถเรียนได้ด้วยการบอกแต่จะต้องเกิดจากประสบการณ์และการคิด ยังมี ประสบการณ์มากเท่าไรมโนทัศน์ก็จะเกิดได้ชัดเจนยิ่งขึ้น (Chaisuwanathawee, 1999, p. 85) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Pattanatrakulsuk (2003, pp. 54-58) ที่ว่าสภาพการจัดการเรียนรู้ในระดับมัธยมศึกษายังคงยึดครูเป็นศูนย์กลาง ขาดการปลูกฝังให้ นักเรียนเป็นคนที่มีทักษะสังเกต สำรวจ ตั้งข้อคำถามการค้นคว้า พร้อมทั้งให้เหตุผลและพิสูจน์ต่างๆ ได้ด้วยตนเอง การดำเนินการหาคำตอบ มักมุ่งเน้นไปที่ความรวดเร็วในการได้มาซึ่งคำตอบมากกว่าพิจารณาที่กระบวนการคิดของนักเรียน

แนวทางที่จะพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ ต้องจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนฝึกกระบวนการคิด รู้จักสะท้อนคิดได้ด้วยตนเองและครูควรประเมินผลการพัฒนามโนทัศน์เป็นระยะๆ อย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะต้อง

ฝึกให้นักเรียนเกิดการสังเกตสำรวจ สืบค้น ค้นหาข้อมูลลักษณะสำคัญ หรือสร้างความสัมพันธ์ภายในสิ่งที่เป็นโน้ตสนธิ์เรื่องนั้นๆ และหาข้อสรุปความรู้ที่ได้ด้วยตนเอง และควรจัดบรรยากาศให้นักเรียนเห็นว่าการให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญ และสามารถส่งเสริมการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนพูดอธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิดได้ (Klausmeier & Ripple, 1971, p. 431; Rowan & Morrow, 1993, pp. 16-18)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 เป็นการจัดการเรียนการสอนมุ่งเน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดและนำความรู้เดิมเป็นฐานสร้างความรู้ใหม่ ผ่านการสังเกต สำรวจ รวบรวมข้อมูลและอภิปรายร่วมกันของนักเรียน จนค้นพบความรู้หรือโน้ตสนธิ์ใหม่ ซึ่งผู้วิจัยได้ประยุกต์แนวคิดของ Marshall, Horton and Smart มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียน โดยใช้สื่อการสอนเพื่อกระตุ้นให้เริ่มกระบวนการเรียนรู้ จากนั้นใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมหรือตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) ครูให้นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูลผ่านกระบวนการสำรวจ ตรวจสอบ รวบรวม และหาเหตุผล จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่ค้นหาได้ ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย (Explain) ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นข้อสรุปโดยใช้ถ้อยคำของตนเอง แล้วนำเสนอข้อสรุปพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปของตนเอง จากนั้นใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์ แล้วร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเพื่อให้เกิดเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Extend) ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนนำความรู้หรือมโนทัศน์ที่ได้ไปใช้หาคำตอบ พร้อมแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ โดยการทำงานหรือแบบฝึกหัด (Marshall et al., 2009) และใช้การสะท้อนการรู้คิดเป็นส่วนสนับสนุนให้นักเรียนได้คิด ค้นคว้าจนเกิดความรู้ ข้อค้นพบ หรือมโนทัศน์ได้ด้วยตนเองและให้เหตุผลประกอบการอธิบายความรู้ที่ค้นพบ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ และการประเมินผลระหว่างเรียนเป็นกระบวนการที่ครูใช้ในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียนในระหว่างเรียนเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าหรือพัฒนาการของผู้เรียนเป็นระยะๆ อย่างต่อเนื่องทุกขั้นตอน จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นในขั้นอธิบาย เนื่องจากผู้วิจัยให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นข้อสรุปโดยใช้ถ้อยคำของตนเอง จากนั้นใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนสรุปมโนทัศน์แล้วร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเพื่อให้เกิดเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง และความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้นในขั้นอธิบายและขั้นขยายความรู้ เนื่องจากในขั้นอธิบายนักเรียนต้องให้เหตุผลสนับสนุนข้อสรุปมโนทัศน์ และในขั้นขยายความรู้ นักเรียนต้องแสดงเหตุผลประกอบคำตอบที่ได้ อีกทั้งผลการวิจัยของ Ponkwunchotica (2011) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดและนำความรู้เดิมเป็นฐานสร้างความรู้ใหม่ โดยครูใช้คำถามกระตุ้นผ่านกระบวนการทางความคิดและสร้างมโนทัศน์ผ่านการอภิปรายร่วมกัน ซึ่งจะเห็นว่าการใช้คำถามเป็นบทบาทหนึ่งที่ทำในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Pengsrikote (2006, p. 58) ที่ว่าคำถามนั้นมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการจัดประสบการณ์ เป็นการส่งเสริมให้เด็กได้คิดและเกิดการเรียนรู้ การใช้คำถามที่ดีต้องมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอน โดยเฉพาะคำถามระดับสูง (Higher Order Questions) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้การประยุกต์ การประเมิน หรือใช้ความคิดในระดับสูงในการตอบ (Khamwachirapitak, 1995, p. 75) และสอดคล้องกับคำกล่าวของ Mekanong (2011, p. 80) ที่ว่าคำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนใช้การคิดในระดับสูงในการเปรียบเทียบ หาข้อสรุปที่เป็นเหตุเป็นผล รวมถึงเป็นการถามที่ต้องการให้ผู้เรียนได้ค้นพบสิ่งใหม่ๆ จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า คำถามระดับสูง เป็นคำถามที่ต้องการส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดในการอธิบาย วิเคราะห์ สังเคราะห์ ประยุกต์ และประเมินค่า เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดในระดับสูงเพื่อค้นหาคำตอบ โดยคำถามให้อธิบายจะเกิดขึ้นในขั้นสร้างความสนใจ คำถามให้วิเคราะห์จะเกิดขึ้นในขั้นสำรวจและค้นหา คำถามให้สังเคราะห์จะเกิดขึ้นในขั้นอธิบาย และคำถามให้ประยุกต์และประเมินค่าจะเกิดขึ้นในขั้นขยายความรู้ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถเข้าใจมโนทัศน์และพัฒนาความคิดของนักเรียนให้คิดอย่างมีเหตุผลได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Natenimit (2015)

พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับคำถามระดับสูง มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มาใช้พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่องความเท่ากันทุกประการกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อจะนำผลไปใช้ปรับปรุงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี จำนวน 48 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหาเรื่องความเท่ากันทุกประการ ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนการสอน จำนวน 12 คาบ และมีบททดสอบหลังเรียน จำนวน 2 คาบ
4. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่
 - 4.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
 - 4.2 ตัวแปรตาม คือ 1) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความเท่ากันทุกประการ และ 2) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งเชิงทดลอง เพื่อศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดำเนินการทดลองแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลังการทดลองครั้งเดียว (One-Group Posttest Only Design) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

- 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 7 แผน ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยมี $\bar{X} = 4.75$ และ $S = 0.34$
- 1.2 แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 7 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบแต่ละข้อมีค่าตั้งแต่ 0.60 - 1.00 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.46 - 0.75 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.40 - 0.54 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.89

1.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 7 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบแต่ละข้อ มีค่าตั้งแต่ 0.80 - 1.00 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.46 - 0.79 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ตั้งแต่ 0.24 - 0.64 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.77

2. ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

2.1 ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ความเท่ากันทุกประการกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี ซึ่งใช้เวลาจัดการเรียนการสอน จำนวน 12 คาบ

2.2 เมื่อดำเนินการสอนครบตามแผน ผู้วิจัยทำการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คาบ

2.3 ตรวจให้คะแนนการทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2.4 ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ได้ไปวิเคราะห์ผลโดยใช้วิธีทางสถิติ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และแบบ ทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องความเท่ากันทุกประการ และคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ One Sample t - Test

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลปรากฏดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มตัวอย่าง	n	คะแนนเต็ม	μ	$\bar{X}$	S	t	p
คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	48	21	14.70	16.15 (76.90 %)	2.43	4.12*	.00

* $p < .05$ ($t_{0.05, 47} = 1.6779$)

จากตาราง 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีค่าเท่ากับ 16.15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.90 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง ความเท่ากันทุกประการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์รายข้อ ซึ่งผู้วิจัยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ตามเกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ผลการวิเคราะห์แสดง ดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ข้อ	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนน (48 คน)				ร้อยละของคะแนน
	0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	
1	9	9	8	22	63.19
2	3	14	16	15	63.19
3	0	0	29	16	75.69
4	0	0	33	15	77.08
5	0	0	8	40	94.44
6	0	3	25	20	78.47
7	0	1	18	29	86.11
ร้อยละของนักเรียน	3.57	8.93	40.77	46.73	-

จากตาราง 2 พบว่า ร้อยละของคะแนนรายข้อส่วนใหญ่สูงกว่าร้อยละ 70 แต่มีอยู่จำนวน 2 ข้อ ที่มีร้อยละของคะแนนรายข้อต่ำกว่าร้อยละ 70 ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่อง ความเท่ากันทุกประการของรูปเรขาคณิต และความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมที่ตรวจสอบโดยใช้ด้านคู่ที่สมนัยกันและมุมคู่ที่สมนัยกัน และเมื่อพิจารณาร้อยละของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน พบว่า ร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 3 คะแนน และ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 46.73, 40.77 ตามลำดับ โดยมีนักเรียนส่วนน้อยอยู่ในระดับคะแนน 1 คะแนน และ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 8.93, 3.57 ตามลำดับ

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลปรากฏดังตารางที่ 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มตัวอย่าง	n	คะแนนเต็ม	μ	$\bar{X}$	S	t	P
คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	48	21	14.70	16.56 (78.86 %)	3.09	4.18*	.00

* $p < .05$ ($t_{0.05, 47} = 1.6779$)

จากตาราง 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีค่าเท่ากับ 16.56 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.86 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์รายข้อ ซึ่งผู้วิจัยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ผลการวิเคราะห์แสดง ดังตารางที่ 4

ตาราง 4 ผลการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ข้อ	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนน (48 คน)				ร้อยละของคะแนน
	0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	
1	0	1	7	40	93.75
2	10	9	19	10	53.47
3	1	11	16	20	71.53
4	0	2	28	18	77.78
5	0	2	11	35	89.58
6	1	1	19	27	83.33
7	1	1	20	26	82.64
ร้อยละของนักเรียน	3.87	8.04	35.71	52.38	-

จากตาราง 4 พบว่า ร้อยละของคะแนนรายข้อส่วนใหญ่สูงกว่าร้อยละ 70 แต่มีอยู่จำนวน 1 ข้อ ที่มีร้อยละของคะแนนรายข้อต่ำกว่าร้อยละ 70 ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในเรื่องความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมที่ตรวจสอบโดยใช้ด้านคู่ที่สมนัยกันและมุมคู่ที่สมนัยกัน และเมื่อพิจารณาร้อยละของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน พบว่า ร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ระดับ 3 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 52.38 รองลงมาอยู่ในระดับ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 35.71 โดยมีนักเรียนส่วนน้อยอยู่ในระดับคะแนน 1 คะแนน และ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 8.04, 3.87 ตามลำดับ

การอภิปรายผลการวิจัย

1. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง ความเท่ากันทุกประการหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองหรือสร้างความรู้ใหม่ๆ ด้วยตนเองโดยครูใช้คำถามระดับสูง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิดเพื่อค้นหาคำตอบและช่วยอำนวยความสะดวกในเรียนรู้ด้านต่างๆ และผู้เรียนจะต้องสะท้อนการรู้คิดเพื่อฝึกฝนควบคุมและตรวจสอบกระบวนการคิดของตนเองอีกทั้งครูจะประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนทำให้ครูสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน เพื่อนำไปตรวจสอบกระบวนการคิดของตนเองทำให้เกิดความเข้าใจและสร้างมโนทัศน์ได้ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้นำไปสู่การพัฒนาโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) นำเข้าสู่บทเรียนโดยครูใช้สื่อการเรียนการสอน เช่น ชุดรูปเรขาคณิต ชุดการวัดมุมและด้านโดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ เป็นต้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ อยากรู้ อยากเห็น และมีการใช้คำถามให้อธิบายเพื่อทำให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่การอธิบายหาคำตอบของสื่อการเรียนการสอนที่ครูหยิบยกมา ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนแต่ละคนจะได้ฝึกการเรียนรู้ผ่านการใช้สื่อร่วมกันในชั้นเรียน ซึ่งจะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ๆ และการใช้คำถามระดับสูงที่เป็นคำถามให้อธิบาย นักเรียนจะได้ฝึกพูดอธิบายสิ่งที่เรียนรู้จากสื่อ ทำให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้เดิมร่วมกัน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ Mekanong (2003, pp. 25-26) ที่กล่าวว่า ควรจัดสื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจและมีประสิทธิภาพที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนอธิบายความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์เดิม จะช่วยให้ผู้เรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ๆ ย่างขึ้น อีกทั้งผู้เรียนสะท้อนการรู้คิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดเพื่อพูดอธิบายเกี่ยวกับความรู้เดิม และครูประเมินผลจากการตอบคำถาม ทำให้สามารถให้ข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อฝึกให้ผู้เรียนตรวจสอบกระบวนการคิดเกี่ยวกับความรู้เดิม ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ชัดเจนมากขึ้นและนำไปสู่การเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติตามใบกิจกรรมด้วยตนเอง โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูล สืบค้น สำรวจเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอ และมีการใช้คำถามให้วิเคราะห์เพื่อให้นักเรียนได้ค้นหาข้อมูลที่สำคัญเพิ่มเติม เพื่อใช้ในการสร้างข้อสรุปหรือโน้ตด้วยตนเอง ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนแต่ละคนจะได้ฝึกการเรียนรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างความรู้เนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ของตนเองและพัฒนาความเข้าใจของผู้เรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Klausmeier and Ripple (1971, p. 431) ที่กล่าวว่า การส่งเสริมและแนะนำให้ให้นักเรียนค้นคว้าเพื่อที่จะเรียนรู้ด้วยตนเองจะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เกิดมโนทัศน์ และการใช้คำถามระดับสูงที่เป็นคำถามให้วิเคราะห์ให้นักเรียนแต่ละคนจะได้ฝึกการเปรียบเทียบความเหมือนหรือความต่างของข้อมูล ทำให้ผู้เรียนเกิดการสังเกตและวิเคราะห์ข้อมูลได้ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Trisrichanama (1994, p. 39) ที่กล่าวว่า หากต้องการให้นักเรียนมีมโนทัศน์ ครูต้องสอนให้นักเรียนเกิดการฝึกทักษะการสังเกต พิจารณาเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่างแล้วรวบรวมข้อมูลที่ได้เพื่อไปใช้ในการสรุปเป็นมโนทัศน์อีกครั้งที่ผู้เรียนสะท้อนการรู้คิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดเพื่อเขียนเปรียบเทียบความเหมือนหรือความต่างของข้อมูล และครูประเมินผลจากร่องรอยการเขียน ทำให้สามารถให้ข้อมูลชี้แนะแนวทาง พยายามให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบกระบวนการ การคิดเกี่ยวกับข้อมูลที่สังเกตและเปรียบเทียบได้ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาความคิด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ชัดเจนมากขึ้นพัฒนาไปสู่การสร้างข้อสรุปได้ง่ายขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นอธิบาย (Explain) นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาสร้างเป็นข้อสรุปโดยใช้ถ้อยคำตนเอง แล้วให้แต่ละกลุ่มนำข้อสรุปที่ได้มานำเสนอหน้าชั้นเรียน และมีการใช้คำถามให้สังเคราะห์เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างข้อสรุปที่เป็นความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ของตนเองร่วมกันในชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเพื่อให้เกิดเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนจะได้ฝึกการเขียนข้อสรุปที่เป็นความคิดรวบยอดด้วยถ้อยคำของตนเอง จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักใช้ถ้อยคำที่เหมาะสมแทนมโนทัศน์นั้นๆ ซึ่งจะพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ นอกจากนี้ ผู้เรียนยังได้ฝึกการแสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม และฝึกการยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ จนสามารถได้แนวคิดของข้อสรุปที่เหมาะสม ทำให้เกิดเป็นข้อสรุปหรือมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ซึ่งจะพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มากขึ้นและสามารถสร้างสรุปเป็นมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Jenjit (2002, pp. 423-424) ที่กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถาม ตอบโต้ และพยายามให้อธิบายความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่เรียนด้วยคำพูดของตนเอง เป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และการใช้คำถามระดับสูงที่เป็นคำถามให้สังเคราะห์ให้นักเรียนแต่ละคนจะได้ฝึกคิดและหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลย่อยๆ ของแต่ละกลุ่มที่นำเสนอจนได้ลักษณะที่มีร่วมกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างข้อสรุปเป็นหลักการหรือแนวคิดใหม่ได้ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้เป็นความรู้ที่ลึกซึ้งได้ อีกทั้งผู้เรียนสะท้อนการรู้คิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดเพื่อพูดและเขียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลย่อยๆ เกิดเป็นแนวคิดใหม่หรือมโนทัศน์ของตนเอง และครูประเมินผลจากการตอบคำถาม ทำให้ทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องหรือไม่ เพื่อให้ผู้เรียนฝึกตรวจสอบกระบวนการคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ของตนเอง ซึ่งจะพัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ที่ถูกต้องชัดเจนและครอบคลุมยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Extend) ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ๆ ที่น่าสนใจในชีวิตประจำวัน โดยการทำใบงานเพื่อขยายความรู้ให้กว้างขึ้นหรือความรู้ที่ลึกซึ้งขึ้น และมีการใช้คำถามให้ประยุกต์ในใบงานเพื่อให้นักเรียนมีส่วนได้ใช้ความรู้ในสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน และถามคำถามให้ประเมินค่าในใบงานเพื่อจำลองเหตุการณ์ที่นักเรียนต้องใช้ความรู้ตัดสินใจสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนจะได้ฝึกใช้ความรู้หาคำตอบและเขียนอธิบายคำตอบ ซึ่งจะพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Anganasaphatkachorn (2012, p. 124) ที่กล่าวว่า ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการนำความรู้มาใช้ในการสถานการณ์ต่างๆ ด้วยตนเอง ผู้เรียนจะเข้าใจและพัฒนาบทเรียนทางคณิตศาสตร์ของตนเองได้ และการใช้คำถามระดับสูงที่เป็นคำถามให้ประยุกต์และคำถามให้ประเมินค่าให้นักเรียนแต่ละคนจะได้ฝึกการใช้ความรู้หาคำตอบและเขียนอธิบายคำตอบในรูปของข้อสรุปที่เป็นความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อธิบายคำตอบได้ ซึ่งช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนในการใช้มโนทัศน์ทาง

คณิตศาสตร์ อีกทั้งผู้เรียนสะท้อนการรู้คิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดเพื่อเขียนอธิบายคำตอบในรูปของข้อสรุปที่เป็นมโนทัศน์ และครูประเมินผลจากร่องรอยการเขียน ทำให้ครูสามารถตรวจสอบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนมากน้อยเพียงใด สามารถให้ตัวอย่างเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกตรวจสอบกระบวนการคิดเกี่ยวกับการเขียนอธิบายคำตอบในรูปของข้อสรุปที่เป็นความคิดรวบยอดของตนเองได้ และสอดคล้องกับ Klausmeier and Ripple (1971, p. 431) ที่กล่าวว่า ครูควรตั้งคำถามที่สนับสนุนให้ผู้เรียนรู้จักประเมินความคิดของตนเองว่าเข้าใจในความรู้ที่นั้นหรือไม่ซึ่งจะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องขึ้นจนครบถ้วนสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงเรื่องความเท่ากันทุกประการ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ponkwunchotica (2011, p. 128) ที่พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะต้องแสดงเหตุผลและอภิปรายแนวคิดของข้อสรุปร่วมกันในชั้นเรียน โดยใช้เหตุผลในการพิจารณาคัดเลือกข้อสรุปที่เป็นมโนทัศน์อย่างสมเหตุสมผล นอกจากนี้ ยังฝึกแสดงเหตุผลประกอบคำตอบในงานและแบบฝึกหัด โดยที่ครูคอยใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและใช้ภาษาในการอธิบายหรือแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ ซึ่งมีขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่นำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) นักเรียนจะมีการสนทนา ปรีกษา และแสดงเหตุผลของตนเอง เพื่อให้เพื่อนนักเรียนในกลุ่มได้รับทราบหรือแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน และมีการใช้คำถามให้วิเคราะห์เพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดให้เหตุผลที่อาศัยหลักการมากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้เกิดความชัดเจนในการให้เหตุผลมากขึ้น โดยในขั้นนี้นักเรียนแต่ละคนจะได้ฝึกการอธิบายแนวคิดและให้เหตุผลสนับสนุนที่มาในการสร้างข้อสรุปภายในกลุ่มย่อย ซึ่งจะช่วยให้ส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผลมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Thipkong (2002, p. 99) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเองนั้นจะช่วยให้นักเรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและรู้จักให้เหตุผล และการใช้คำถามระดับสูงที่เป็นคำถามให้วิเคราะห์จะทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการอธิบายที่มาของแนวคิดและหาเหตุผลสนับสนุนของตนเองโดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจนมากขึ้น ซึ่งจะช่วยพัฒนาการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Mekanong (2011, p. 50) ที่กล่าวว่า ผู้สอนควรพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนมีอิสระในการแสดงเหตุผล นักเรียนจะได้อธิบายหรือชี้แจงเหตุผลด้วยตนเองจะช่วยให้ผู้เรียนทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์อย่างมีเหตุผล อีกทั้งผู้เรียนสะท้อนการรู้คิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดเพื่อพูดอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผลของแต่ละกลุ่ม จนเกิดเป็นเหตุผลที่ใช้สนับสนุนในการสร้างข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลได้ และครูประเมินผลจากการตอบคำถาม ทำให้ทราบว่านักเรียนมีการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลหรือไม่ เพื่อฝึกให้ผู้เรียนตรวจสอบกระบวนการคิดเกี่ยวกับการให้และใช้เหตุผลของตนเอง ซึ่งจะช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สมเหตุสมผลชัดเจนและครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นอธิบาย (Explain) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดโดยการนำเสนอข้อสรุปของตนเองด้วยการพูดอธิบายความรู้และเหตุผลที่ใช้สนับสนุนในการสร้างข้อสรุป และมีการใช้คำถามให้สังเคราะห์เพื่อให้นักเรียนฝึกการคิดหาเหตุผลสนับสนุนข้อสรุปร่วมกัน เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือมโนทัศน์ที่สมเหตุสมผล ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนแต่ละคนจะได้ฝึกการอธิบายแนวคิดและใช้เหตุผลสนับสนุนในการสร้างข้อสรุประหว่างกลุ่มภายในชั้นเรียน ซึ่งจะช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Anganasaphatkachorn (2012, p. 131) ที่กล่าวว่า การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลควรเริ่มจาก

การส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผลจากบรรยากาศที่สนับสนุน ส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างมีอิสระ และเปลี่ยนแนวคิดหรือคำตอบและชี้แจงเหตุผลร่วมกัน และการใช้คำถามระดับสูงที่เป็นคำถามให้สังเคราะห์จะทำให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด และหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผลที่ใช้สนับสนุนในการสร้างข้อสรุปหรือโน้ตสโนของแต่ละกลุ่ม จนได้ลักษณะการใช้เหตุผลร่วมกันทำให้ผู้เรียน เกิดการใช้เหตุผลโดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ประกอบการสร้างข้อสรุปที่เป็นความคิดรวบยอดได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งจะช่วยพัฒนาการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลมากขึ้น อีกทั้งผู้เรียนสะท้อนการรู้คิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดเพื่อพูดอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผลของแต่ละกลุ่ม จนเกิดเป็นเหตุผลที่ใช้สนับสนุนในการสร้างข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลได้ และครูประเมินผลจากการตอบคำถาม ทำให้ทราบว่านักเรียนมีการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลหรือไม่ เพื่อฝึกให้ผู้เรียนตรวจสอบกระบวนการคิดเกี่ยวกับการให้และใช้เหตุผลของตนเอง ซึ่งจะช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สมเหตุสมผลชัดเจนและคลอบคลุมมากยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 ขยายความรู้ (Extend) ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้หรือโน้ตสโนที่ได้ไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ๆ ที่น่าสนใจในชีวิตประจำวัน โดยการทำให้งานเพื่อฝึกการให้เหตุผลประกอบคำตอบมากขึ้น และมีการใช้คำถามให้ประยุกต์ในใบงานเพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมได้ให้เหตุผลยืนยันคำตอบในสถานการณ์ชีวิตประจำวัน และมีการใช้คำถามให้ประเมินค่าเพื่อจำลองเหตุการณ์ที่นักเรียนต้องใช้เหตุผลตัดสินใจสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน รวมถึงสามารถใช้เหตุผลประเมินคำตอบได้ว่าเหตุการณ์ที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละคนมีโอกาสดูเหตุผลของตนเองได้อย่างเต็มที่ โดยเป็นการนำความรู้หรือโน้ตสโนที่ได้มาเป็นเหตุผลประกอบคำตอบ เพื่อให้คำตอบนั้นสมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้ และการใช้คำถามระดับสูงที่เป็นคำถามให้ประยุกต์และคำถามให้ประเมินค่านักเรียนแต่ละคนจะได้ฝึกการเขียนแสดงเหตุผลประกอบคำตอบหรือแสดงเหตุผลประกอบการตัดสินใจในรูปของข้อสรุปที่เป็นความคิดรวบยอดหรือโน้ตสโน ทำให้ผู้เรียนใช้โน้ตสโนทางคณิตศาสตร์ประกอบคำตอบได้ ซึ่งจะช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของผู้เรียนยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Mekanong (2011, p. 50) ที่กล่าวว่า ครูควรพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงเหตุผล เช่น “ทำไม” “เพราะอะไร” “ถ้าเงื่อนไขบางอย่างเปลี่ยนไป จะเกิดอะไรขึ้น รู้ได้อย่างไร” และครูควรตั้งคำถามให้นักเรียนใช้เหตุผลได้อย่างต่อเนื่องจะช่วยพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างสมเหตุสมผล อีกทั้งผู้เรียนจะต้องสะท้อนการรู้คิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดเพื่อเขียนแสดงเหตุผลประกอบคำตอบหรือตัดสินใจเหตุการณ์ และครูประเมินผลจากร่องรอยการเขียน ทำให้ครูสามารถตรวจสอบได้ว่านักเรียนมีการแสดงเหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผลหรือไม่ ทำให้ตัวอย่างการแสดงผลเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบกระบวนการคิดเกี่ยวกับการเขียนแสดงเหตุผล ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนใช้และให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงเรื่องความเท่ากันทุกประการสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chompoo (2013, p. 120) ที่พบว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ครูควรมีการใช้คำถามนำก่อน แล้วค่อยเพิ่มเป็นคำถามระดับสูง เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดที่สูงขึ้น เพื่อใช้ในการสร้างโน้ตสโนทางคณิตศาสตร์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงในเรื่อง ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม ในขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Explore) ครูควรให้เวลากับนักเรียนในการใช้ไม้โปรแทรกเตอร์วัดมุมและด้านของรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ ไม่ควรรีบบอกเพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกการสำรวจและค้นหาข้อมูลด้วยตนเอง ครูควรเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้อง และให้คำแนะนำหากนักเรียนเกิดข้อสงสัย

1.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ครูควรเน้นการสอนเรื่องความเท่ากันทุกประการ ในหัวข้อความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมที่ตรวจสอบโดยใช้ด้านคู่ที่สมนัยกันและมุมคู่ที่สมนัยกัน อันเนื่องมาจากนักเรียนมีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมีนัยทางคณิตศาสตร์และทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในหัวข้อนี้ต่ำกว่าหัวข้ออื่นๆ

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ไปใช้พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่นๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา เนื่องจากขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะต้องนำองค์ความรู้ที่สร้างขึ้นด้วยตนเองไปใช้ในขั้นขยายความรู้ และใช้วิธีการต่างๆ ในการหาคำตอบในสถานการณ์ที่ครูตั้งคำถามขึ้น ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ดังกล่าว น่าจะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี

2.2 ควรมีการวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกิจกรรมที่จัดขึ้นในแผนการจัดการเรียนรู้ จะเน้นให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้หรือสร้างความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตนเอง หากเป็นนักเรียนในระดับชั้นที่ต่ำกว่า อาจจะต้องปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน เพื่อพัฒนานักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ต่ำ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

References

- Anganasaphatkachorn, V. (2012). *Complete Equipment: Matters should be known for mathematics teachers on curriculum, Teaching and research*. Bangkok: Charan Sanitwong Printing. [in Thai]
- Chaisuwanathawee, C. (1999). *Mathematics teaching*. Bangkok: Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Srinakharinwirot University. [in Thai]
- Chompoo, C. (2013). *The effects of organizing mathematics learning activities using the 4e × 2 instructional model on mathematical concept and reasoning ability of twelfth grade students* (Master thesis). Chon Buri: Burapha University. [in Thai]
- Jenjit, P. C. (2002). *Teaching psychology*. Bangkok: Methi Thip. [in Thai]
- Khamwachirapitak, R. (1995). *Teaching psychology*. Bangkok: Sukhothaimathirath University Press. [in Thai]
- Klausmeier, H. J., & Ripple, R. E. (1971). *Learning and human abilities* (3rd ed.). New York: Harper International Edition.
- Maensanguan, S. (2013). *Mathematics teaching behavior 2* (2nd ed.). Bangkok: Ramkhamhaeng University. [in Thai]
- Makanong, A. (2003). *Mathematics: Teaching and learning*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Makanong, A. (2011). *Mathematical skills and processes* (2nd ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Marshall, J. C., Horton, C., & Smart, J. (2009). 4E×2 Instructional model: Uniting three learning constructs to improve praxis in science and mathematics classrooms. *Journal of Science Teacher Education*, 20(6), 501-516.
- Ministry of Education. (2003). *Indicators and Core content, mathematics learning area, according to the Basic Education Curriculum 2008*. Bangkok: The Agricultural Cooperative Federation of Thailand. [in Thai]

- Natenimit, D. (2015). *The effects of instructional inquiry model (5es) and high-order questions on mathematical reasoning ability and mathematical concept of function of mathayomsuksa iv students* (Master thesis). Chon Buri: Burapha University. [in Thai]
- Osothphasom, K., & Wangkunklang, B. (2018, January 15). Teacher, Ban Suan School (Chan Anusorn). *Interviews*. [in Thai]
- Pattanatrakulsuk, K. (2003). The Teaching of mathematics at the secondary level of Thailand actually fails. *Journal of Mathematics*, 46(530-532), 54-58. [in Thai]
- Pengsrikote, S. (2006). That question is important. *Journal of Management Science Pibulsongkram Rajabhat University*, 105(5), 58-61. [in Thai]
- Ponkwunchotica, S. (2011). *Effects of organizing mathematics learning activities using 4E x 2 instructional model on mathematical concept and solving ability of ninth grade students* (Master thesis). Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- Rowan, T. E., & Morrow, L. J. (1993). *Implementing K-8 curriculum and evaluation standards: Reading from the arithmetic teacher*. Virginia: The National Council of teachers of Mathematics.
- Russell, S. J. (1999). Mathematical reasoning in the elementary grades. In L. V. Stiff & F. R. Curcio (Eds.), *Developing mathematical reasoning, K-12*. Reston Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2012). *Mathematical skills and processes*. 3rd Ed. Bangkok: 3-Q Media. [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). *Trends in International Mathematics and Science Study 2015*. Retrieved February 12, 2018, from <http://timssthailand.ipst.ac.th/timss/reports> [in Thai]
- The National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, National Council of Teachers of Mathematics.
- Thipkong, S. (2001). *Mathematics Teaching Research*. Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University. [in Thai]
- Thipkong, S. (2002). *Mathematics Curriculum and Instruction*. Bangkok: Academic Quality Development Institute. [in Thai]
- Trisrichanama, W. (1994). Some concept related to concept. *Curriculum Development Substance*, 113, 49-51. [in Thai]
- Wonglekha, F. (2010). *Learning mathematics: the necessity that should not be overlooked*. Retrieved April 4, 2018, from <http://social.obec.go.th/node/22>

บทความวิจัย (Research Article)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

STEM EDUCATION BASED ON ENGINEERING DESIGN PROCESS FOR DEVELOPING GRADE 10 STUDENTS' COLLABORATIVE PROBLEM SOLVING COMPETENCIES IN MOTIONS TOPIC

Received: May 12, 2020

Revised: June 19, 2020

Accepted: June 23, 2020

นัตยา หัสมินทร์^{1*} และธิติยา บงกชเพชร²

Nuttaya Hutsamin^{1*} and Thitiya Bongkotphet²

^{1,2}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

^{1,2}Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: nuttaya.hutsamin@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและใช้วิธีการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ผลการวิจัย พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ คือ 1) กำหนดสถานการณ์ที่ทันสมัยและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน 2) กำหนดภาระงานที่ทำภายในชั้นเรียน ได้แก่ การทดลอง การสร้างชิ้นงาน และการทดสอบ 3) กระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนความคิดและมีการประเมินความเข้าใจร่วมกันผ่านการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และผลการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถระดับสูงและปานกลาง เมื่อพิจารณาสมรรถนะที่พัฒนาดีที่สุด คือ สมรรถนะการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม รองลงมา คือ สมรรถนะการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน และลำดับสุดท้าย คือ สมรรถนะการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ การเคลื่อนที่แบบต่างๆ

Abstract

The purposes of this research were to study the effective ways of using engineering design process based on STEM education and to promote collaborative problem solving competencies in motions topic for 10th grade students. The participants were 45 10th grade students. The research instruments included lesson plans, the collaborative problem solving competency observation form, the collaborative problem-solving competency test, and the learning management observation. Data were analyzed through content analysis and the method of triangulation was employed to ensure the creditability of this research. The research results indicated that the effective ways to develop students' collaborative problem solving competency comprised of 1) defining the interesting problem related to everyday life, 2) defining challenging workloads to the class including an experiment to solve the problem, work piece construction, and 3) testing the results, and encouraging students to reflect and evaluate their ideas with argumentation. Most of the students had high and medium levels of proficiency in collaborative problem solving competency in all three competencies. However, when considered the performance of students, the best competency of students was establishing and maintaining team organization, establishing and maintaining shared understanding, and Taking appropriate action to solve the problem, respectively.

Keywords: STEM Education Based, Engineering Design Process, Collaborative Problem-Solving Competency, Motions Topic

บทนำ

ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะด้านความร่วมมือ และภาวะผู้นำ เป็นทักษะในศตวรรษที่ 21 เป็นศักยภาพของผู้เรียนที่สามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันจึงมี การจัดทำนโยบายและการดำเนินงานด้านการศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมคนไทยให้มีทักษะและศักยภาพที่สอดคล้องกับสถานการณ์ต่างๆ ในศตวรรษที่ 21 (The Secretariat of the Council of Education, 2018) ในการประเมินผลของโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล ปี 2015 (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) มีการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ที่วัดความสามารถของบุคคลในการเข้าร่วมกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่ม เนื่องจากเป็นที่ตระหนักกว่าการทำงานในโลกสมัยใหม่นั้น ทักษะเฉพาะส่วนบุคคลไม่เพียงพอต้องการทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งต้องมีการทำงานร่วมกันหลายฝ่าย

การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ซึ่งนอกจากต้องการให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นแล้ว ยังต้องการให้นักเรียนได้ฝึกฝนกระบวนการคิดเพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ เช่น ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านกลศาสตร์ฟิสิกส์ ที่ประกอบด้วย การเคลื่อนที่ ต้องอาศัยการแก้ปัญหา การสอนที่จะช่วยพัฒนาการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ควรจัดให้นักเรียนเผชิญปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงหลายๆ รูปแบบ และมีหลายวิธีการแก้ปัญหาคควรทำเป็นกลุ่มย่อย เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการวางแผนการแก้ปัญหาร่วมกัน (Bitter, 1990)

การประเมินผลของ OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) นอกจากประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ยังให้ความสำคัญกับการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Collaborative Problem Solving: CPS) โดยผลการประเมิน PISA ตั้งแต่ปี 2003 และปี 2012 เป็นการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหา (Problem Solving) ของนักเรียน ต่อมาใน PISA 2015 ได้เล็งเห็นความสำคัญตลาดแรงงานในอนาคตที่ต้องการผู้ที่มีทักษะการแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกัน จึงเปลี่ยนมาเป็นการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (CPS) ผลการประเมิน PISA 2015 ด้านสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือสำหรับประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2018) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนที่ได้รวบรวมข้อมูลโดยใช้การสะท้อนคิดจากแบบบันทึก

หลังการสอนในการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในห้องเรียนของผู้วิจัย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐานภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 เป็นเวลา 2 สัปดาห์ การสอนเรื่องการเคลื่อนที่ ลักษณะกิจกรรมเป็นการทดลองเป็นกลุ่ม พบว่า ในการทำงานกลุ่ม นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ค่อยแบ่งหน้าที่ตามความสามารถแต่จะใช้ความคิดของสมาชิกส่วนหนึ่ง เมื่อมีสถานการณ์มาให้ นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ตรงประเด็นเพราะนักเรียนจะใช้ความคิดของคนใดคนหนึ่ง และขาดการวางแผนการทำงานและการร่วมมือของนักเรียนค่อนข้างน้อย นักเรียนสนใจที่จะทำงานส่วนบุคคลมากกว่าการทำงานกลุ่ม ทำให้เกิดปัญหา ส่งผลให้นักเรียนขาดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ นอกจากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยวิเคราะห์การสอนของตนเอง พบว่า ลักษณะการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยที่เน้นการสอนแบบบรรยายสาธิต เมื่อครูเสนอสถานการณ์นักเรียนจึงไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ เพราะนักเรียนขาดการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นเมื่อมีการแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มนักเรียนก็จะทำตามคนที่เก่งกว่าความคิดของตนคิด หน้าที่ในการทำงานส่วนใหญ่ยกให้เป็นหน้าที่ของใครคนใดคนหนึ่ง ขาดการวางแผน การสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียวส่งผลให้ ส่งผลให้ขาดการโต้ตอบกับครูผู้สอน และขาดการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนร่วมชั้นเรียน (Nualpong, 2010) ผู้วิจัยเห็นว่า ควรจะมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพของนักเรียนในด้านสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมถูกนำมาใช้ในประเทศไทยโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมทำงานกลุ่ม เกิดความกล้าในการแสดงออกโดยครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นในกลุ่ม เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับนักเรียน ในการกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเอง (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2014) ในงานวิจัยนี้นำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของ The NASA's BEST Engineering Design Model (Susan & Marci, 2011) มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน พัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถในการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่จะนำไปสู่การค้นพบทางแก้ปัญหา ที่ต้องมีการร่วมมือในการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มเพื่อให้ประสบความสำเร็จ (Householder & Hailey, 2012) จากปัญหาและความเป็นมาที่กล่าวมาผู้วิจัยเลือกที่จะศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ที่จะช่วยส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และศึกษาผลการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
2. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่างๆ

วิธีการวิจัย

รูปแบบการวิจัย การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนตามรูปแบบของ Kemmis et al. (2014) เป็นวงจร PAOR ที่ต่อเนื่องกันเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ ดังต่อไปนี้ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติ (Act) 3) ขั้นสังเกต (Observe) 4) ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ผู้เข้าร่วมวิจัย ได้แก่ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของโรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยการคัดเลือกแบบเจาะจง จำนวน 45 คน เป็นนักเรียนชาย 9 คน นักเรียนหญิง 36 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน 9 ชั่วโมง นำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้กับนักเรียน จากนั้นหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ด้านวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) และครูประจำการ ซึ่งพบว่าต้องปรับแก้สถานการณ์ยังไม่สอดคล้องกับเนื้อหา และปรับกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจนในการส่งเสริมสมรรถนะ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จึงได้แผนการจัดการเรียนรู้ตามขอบเขตเนื้อหาสะเต็มศึกษาดังตารางที่ 1 โดยแต่ละแผนมี 6 ขั้นตอน

ตาราง 1 แสดงขอบเขตเนื้อหาสะเต็มศึกษาในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

วงจรปฏิบัติการ	สถานการณ์	ขอบเขตเนื้อหาสะเต็มศึกษา			
		วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	วิศวกรรม	เทคโนโลยี
ที่ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์	สถานการณ์ไฟฟ้าในออสเตรเลีย หัวหน้าฝ่ายฉุกเฉินรัฐวิกตอเรีย กล่าวถึงความหวั่นวิตก เพราะเปลวไฟที่ลุกโชน ควันทไฟที่พวยพุ่ง ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศสูง เป็นสถานการณ์ที่ยากลำบากสำหรับการควบคุมไฟ <u>ชิ้นงานที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติ</u> เครื่องยิงดับเพลิง	ความรู้ทางฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์	เปรียบเทียบ ในการสร้างเครื่องยิงลูกโป่งน้ำ	กระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน*	เป็นกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องยิงดับเพลิง
ที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม	สถานการณ์ที่นักกีฬาที่ต้องขว้างลูกเหล็กให้ไปได้ไกลโดยใช้แรงที่เกิดจากหมุนแล้วสามารถถ่วงลูกเหล็กขึ้นและขว้างลูกเหล็กไปได้ไกล <u>ชิ้นงานที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติ</u> การสร้างอุปกรณ์หมุนเพื่อแยกของและขนส่งของ	ความรู้ทางฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม	เปรียบเทียบ หน่วยความยาว ระหว่าง จากสถานการณ์ต่างๆ ที่กำหนดให้	กระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน*	เป็นกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ยกของ
ที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบสั่น	พิธีโล้ชิงช้าของชาวอาฮา จะรวมตัวกันออกไปตัดไม้มาทำเสาชิงช้า มีอยู่ 3 แบบ คือ กระโจมสี่เสา ระหวัดวิดน้ำ และสำหรับเด็กในการเล่นชิงช้าต้องคอยระวังไม่ให้สายขาด ถ้าขาดจะถูกปรับให้เสียหมู 1 ตัว เพื่อนำไปเช่นขอหมาต่อผีประจำชิงช้า <u>ชิ้นงานที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติ</u> ชิงช้าของชาวอาฮา	ความรู้ทางฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบสั่น	คำนวณหาพื้นที่ ในการสร้างฐานชิงช้า	กระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน*	เป็นกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการออกแบบชิงช้า

*กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมี 6 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนถาม คือ ถามเพื่อระบุปัญหา 2) ขั้นตอนจินตนาการ คือ อภิปรายเพื่อเลือกแนวทางการแก้ปัญหา 3) ขั้นตอนวางแผน คือ ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) ขั้นตอนสร้างชิ้นงาน คือ ลงมือแก้ปัญหา 5) ขั้นตอนทดสอบ คือ ตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหา และ 6) ขั้นตอนปรับปรุง คือ ปรับปรุงแนวทางการแก้ปัญหา

2. แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 (OECD, 2015) โดยมีทั้งหมด 3 สถานการณ์ที่เกี่ยวกับชาวที่เก็ดขึ้น คือ 1) ยิงกระสุนปืนใหญ่พลาดเป้า 2) ความไม่ปลอดภัยของชิงช้าสวรรค์

3. การฟังของสะพานทาโคมาแนโรส์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ เลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 6 ข้อ และแบบเขียนตอบ 6 ข้อ จากนั้นหาคุณภาพเครื่องมือโดยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้รับคำแนะนำในการปรับแก้คำถาม และสถานการณ์ ที่ใช้ในแบบทดสอบ จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการปรับแก้ไขตามคำแนะนำ แล้วนำไปใช้ทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลเมื่อสิ้นสุดการดำเนินกิจกรรมทั้งหมด

4. แบบสังเกตสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เป็นการบันทึกลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงถึงการมีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัย และใช้กับการสังเกตแบบมีส่วนร่วม จากนั้นหาคุณภาพเครื่องมือโดยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้รับคำแนะนำในการปรับข้อสังเกตพฤติกรรมให้ชัดเจน จากนั้นได้ดำเนินการปรับแก้แล้วนำไปใช้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนระหว่างที่ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนร่วมกับใบกิจกรรมของนักเรียน

5. แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามคำถามที่ตั้งไว้ คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร ปัญหาและอุปสรรคที่พบระหว่างการจัดการเรียนรู้ บันทึกโดยผู้วิจัยและครูประจำการ จากนั้นหาคุณภาพเครื่องมือโดยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้รับคำแนะนำในการเพิ่มเติมคำอธิบายแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ เมื่อปรับแก้แล้วก็นำไปใช้ในการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจาก นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 45 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 เป็นระยะเวลารวม 9 ชั่วโมง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ 3 แผน ระหว่างดำเนินการแต่ละวงจรปฏิบัติการใช้แบบสังเกตสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ สังเกตพฤติกรรมนักเรียนที่แสดงถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และมีการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยร่วมกับครูผู้ร่วมสังเกต ใช้แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ เมื่อสิ้นสุดทุกวงจรปฏิบัติการผู้วิจัยใช้แบบทดสอบเพื่อวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนเป็นรายบุคคลจากนั้นจึงนำข้อมูลไปวิเคราะห์ผล

2. การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา

2.1 เมื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว ผู้วิจัยทำการอ่านข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

2.2 นำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์ผลโดยแบ่งออกเป็น 2 ตอนตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย คือ ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหาแต่ละวงจรปฏิบัติการว่าควรมีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร แล้วนำมาเขียนสรุปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียนมากที่สุด

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนที่จากการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำแบบสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือโดยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในแต่ละขั้นต่างๆ ของแต่ละวงจรปฏิบัติการ แล้วมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา เพื่อหาข้อสรุปว่านักเรียนเกิดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออย่างไรบ้าง และเมื่อสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการทุกวงจรผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเพื่อวัดสมรรถนะของนักเรียน นำคำตอบของนักเรียนไปเทียบเกณฑ์การประเมินของ PISA 2015 ข้อสอบแบบเลือกตอบ ตัวเลือกแต่ละข้อ จะแบ่งเป็นระดับ 4 ระดับ เทียบเกณฑ์การประเมินของ PISA 2015 และข้อสอบแบบเขียนตอบ จะวิเคราะห์คำตอบเทียบเกณฑ์การประเมินของ PISA 2015 ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ ระดับสูง ให้ 3 คะแนน ระดับกลาง ให้ 2 คะแนน ระดับต่ำ ให้ 1 คะแนน และไม่มี ให้ 0 คะแนน และสรุปผลเป็นค่าร้อยละ

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 แนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

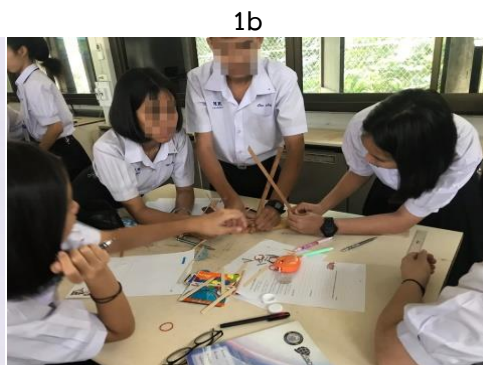
1. ขั้นถาม เพื่อระบุปัญหา ครูควรแบ่งกลุ่มให้นักเรียนโดยคละความสามารถและให้นักเรียนทำกิจกรรมโดยใช้กลุ่มเดิม ครูควรเสนอสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนและใกล้ตัวนักเรียน และให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย โดยครูใช้คำถามคอยกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนระบุปัญหาและนำเสนอมุมมองของตน (แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ 6 กุมภาพันธ์ 2563) ส่งผลให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและค้นเคัยกับเพื่อนในกลุ่มมากขึ้น (แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ 19 กุมภาพันธ์ 2563) จากนั้นให้นักเรียนทำความเข้าใจบทบาทหน้าที่ในสถานการณ์ แล้วจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม แบ่งบทบาทหน้าที่ โดยให้เหมาะสมกับความสามารถของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มพร้อมทั้งอธิบาย เหตุผล

2. ขั้นจินตนาการ เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาจากการทดลอง โดยครูควรอธิบายวิธีการทดลอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบการทดลองด้วยตนเอง โดยที่ครูคอยอำนวยความสะดวกให้นักเรียน (แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ 6 กุมภาพันธ์ 2563) จากนั้นครูควรให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดที่ได้จากการทดลองของแต่ละกลุ่ม และร่วมกันอภิปรายเพื่อให้เกิดความเข้าใจแนวคิดในทิศทางเดียวกัน

3. ขั้นวางแผน ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องรวบรวมแนวคิดที่ได้จากการทดลองของสมาชิกแต่ละคน แล้วเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดเพื่อวางแผนการสร้างชิ้นงานร่วมกัน โดยครูควรให้นักเรียนนำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาและภาพร่างการออกแบบเพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้อุปกรณ์ในการสร้างเครื่องย้งดับเพลิง (แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ 6 กุมภาพันธ์ 2563)



1a



1b

ภาพ 1a ตัวอย่างการออกแบบชิ้นงานในใบกิจกรรมของนักเรียน ภาพ 1b นักเรียนดำเนินการสร้างแบบจำลอง

4. ขั้นสร้าง พบว่า ในการสร้างชิ้นงานควรมีหลายขั้นตอน (แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ 20 กุมภาพันธ์ 2563) จะทำให้นักเรียนช่วยกันมากขึ้น ครูควรให้อิสระกับนักเรียนในการสร้างชิ้นงานโดยครูเป็นผู้คอยแนะนำ ควรฝึกให้นักเรียนช่วยการคิดและพัฒนาชิ้นงานของกลุ่ม และกระตุ้นนักเรียนโดยการกำหนดเวลา เพื่อให้นักเรียนมีการแบ่งหน้าที่และร่วมมือกันในการดำเนินการสร้างชิ้นงาน (แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ 26 กุมภาพันธ์ 2563)

5. ขั้นการทดสอบ เพื่อประเมินชิ้นงาน โดยนักเรียนจะต้องนำชิ้นงานที่สร้างขึ้นมามาทดสอบ ว่ามีปัญหาอะไร และจะปรับปรุงอย่างไร ครูควรอธิบายวิธีการทดสอบชิ้นงานที่ให้ชัดเจนเพิ่มการแข่งขันในการทดสอบ เพื่อให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น และให้นักเรียนจดบันทึกผลการทดสอบเพื่อสร้างแรงผลักดันให้กับนักเรียน (แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ 19 กุมภาพันธ์ 2563)

6. ขั้นปรับปรุง นักเรียนจะต้องนำชิ้นงานไปปรับปรุง และทดสอบอีกครั้ง ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางที่จะทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดใหม่ๆ และเกิดความรู้ที่บูรณาการหลายสาขาวิชา และให้นักเรียนรวมกันประเมินบทบาทหน้าที่ของตนเองและเพื่อนในกลุ่ม (แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ 20 กุมภาพันธ์ 2563)

ตอนที่ 2 ผลของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังต่อไปนี้

1. ผลของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียด ดังนี้

สมรรถนะการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน มุ่งให้นักเรียนระบุความรู้ที่ได้จากการทำงานร่วมกัน และแบ่งปันความเข้าใจปัญหา ในงานวิจัยนี้พบว่า นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการระบุปัญหาเป็นอย่างดี และค้นพบลักษณะเด่นของเพื่อนในกลุ่ม ยกตัวอย่างเช่น ผู้วิจัยใช้คำถามว่า “ทำไมถึงรับหน้าที่ในการสร้าง” นักเรียนตอบว่า “ผมถนัดในการปฏิบัติครับ” (แบบสังเกตสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ 26 กุมภาพันธ์ 2563)

สมรรถนะการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา มุ่งให้นักเรียนระบุการวางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินตามขั้นตอนเพื่อไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ และค้นพบแนวทางที่จะทำให้ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา ในงานวิจัยนี้พบว่า นักเรียนระดมสมองร่วมกันระบุแผนการในการแก้ปัญหา มีการทำงานเป็นระบบ ร่วมมือกันสร้างชิ้นงานตามแบบร่าง และมีการทดสอบชิ้นงานเพื่อประเมินว่าสามารถช่วยแก้ปัญหาได้หรือไม่ (แบบสังเกตสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ 13 กุมภาพันธ์ 2563) และสามารถนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงชิ้นงาน

สมรรถนะการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม มุ่งให้นักเรียนเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนและเพื่อนร่วมกลุ่มในการแก้ปัญหา ทำตามข้อตกลงของกลุ่ม ในงานวิจัยนี้นักเรียนมีความเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเอง และให้คำแนะนำบทบาทหน้าที่ของเพื่อนสามารถทำตามบทบาทได้ดี (แบบสังเกตสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ 20 กุมภาพันธ์ 2563) ผู้วิจัยได้เข้าไปถามว่า “ใครเป็นหัวหน้ากลุ่ม แล้วทำไมถึงเลือกเพื่อนคนนี้” คำตอบนักเรียน “ที่เลือกเป็นหัวหน้า เพราะเพื่อนมีความเป็นผู้นำมีความสามารถหลายด้าน” (แบบบันทึกใบกิจกรรม 19 กุมภาพันธ์ 2563)

2. สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนที่ได้หลังจากการจัดการเรียนรู้มีคะแนนแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ดังตารางที่ 2

ตาราง 2 แสดงระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนโดยการใช้แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ	ร้อยละจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับ			
	สมรรถนะต่างๆ			
	สูง	กลาง	ต่ำ	ไม่มี
1) การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน				
- การค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในทีม	89	11	0	0
- การแบ่งปันข้อมูล และการเจรจาเกี่ยวกับการทำ ความเข้าใจปัญหา ร่วมกัน	18	73	5	4
- การสื่อสารกับสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับ การกระทำ การแก้ปัญหา	51	49	0	0
- การตรวจสอบ และปรับปรุง ความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาร่วมกัน	9	76	0	15
2) การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา				
- การค้นพบความสัมพันธ์แบบร่วมมือกันในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นให้บรรลุเป้าหมาย	20	76	4	0
- การระบุและอธิบายงานที่ต้องทำ ให้สำเร็จ	16	76	0	8
- การวางแผนการแก้ปัญหา	13	65	22	0
- การตรวจสอบผลของการดำเนินงาน และการประเมินความสำเร็จใน การแก้ปัญหา	22	76	0	2
3) การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม				
- การเข้าใจบทบาทหน้าที่ในการแก้ปัญหา	27	33	40	0
- การอธิบายบทบาทหน้าที่ของตน และระเบียบของกลุ่ม	84	0	0	16
- การทำตามกฎระเบียบของกลุ่มที่ตกลงร่วมกัน	93	0	0	7
- การตรวจสอบการให้คำแนะนำ และการปรับปรุงบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม	67	2	20	11

จากตาราง 2 พบว่า สมรรถนะการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม นักเรียนส่วนใหญ่มีสมรรถนะน้อยในระดับสูงเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ สมรรถนะการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน และสมรรถนะการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาในภาพรวมนั้นนักเรียนมีสมรรถนะในระดับสูงน้อยที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

กิจกรรมกลุ่มกำหนดบทบาทหน้าที่ให้เหมาะสมกับความสามารถแต่ละบุคคล ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาสมรรถนะการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม สอดคล้องกับ Bureau of Academic Affairs and Educational Standards (2015) ที่ว่า กระบวนการกลุ่มจะช่วยให้การดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุเป้าหมาย โดยสมาชิกกลุ่มต้องทำความเข้าใจในเป้าหมายการทำงานร่วมกัน กิจกรรมร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาจากสถานการณ์ การอภิปรายผลการทดลอง และร่วมกันสรุปเป็นแนวคิดของกลุ่ม ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาสมรรถนะการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน สอดคล้องกับ Antonenko et al. (2014) กล่าวว่า การแบ่งปันและพูดคุยเพื่อให้เข้าใจปัญหาการลงมือปฏิบัติ ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักเรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนในเรื่องที่สอดคล้องกับความสามารถของตนเอง การจัดกิจกรรมที่ให้อิสระกับนักเรียนในการสร้างชิ้นงานที่หลากหลาย มีการวางแผนและออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาสมรรถนะการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับ McNaught (2014) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีหลายมุมมองและมีวิธีแก้ที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนได้ตัดสินใจในการเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดผ่านกระบวนการกลุ่ม กิจกรรมประเมินการแก้ปัญหา ประเมินชิ้นงาน และประเมินบทบาทหน้าที่ของตนเองและสมาชิก ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาสมรรถนะการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มสอดคล้องกับ Asghar et al. (2012) ที่กล่าวว่า การประเมินการแก้ปัญหาของตนเอง ทำให้นักเรียนได้ประเมินจุดดี จุดปรับปรุงของตนเองในการแก้ปัญหา ตลอดจนได้รับฟังแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาตนเองจากเพื่อนในกลุ่ม สามารถนำไปปรับปรุงความรู้ความเข้าใจของตนเอง

ผลของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ

สมรรถนะการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม นักเรียนส่วนใหญ่มีสมรรถนะน้อยในระดับสูง เฉลี่ยร้อยละ 67.75 เป็นสมรรถนะที่นักเรียนพัฒนาได้ดีที่สุด สอดคล้องกับในระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนามากที่สุดตั้งแต่วงจรปฏิบัติการที่ 1-3 เนื่องจากกิจกรรมที่ใช้ความรู้แบบบูรณาการและการแบ่งกลุ่มของนักเรียนและการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบตามความถนัดของสมาชิกแต่ละคน สอดคล้องกับ Suthee et al. (2001, pp. 18-27) กล่าวว่า การสอนแบบบูรณาการจะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่ม ปรัชญาหรือ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ประสานงานซึ่งกันและกัน

สมรรถนะการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกันซึ่งในภาพรวมนั้นนักเรียนมีสมรรถนะในระดับที่สูง เฉลี่ยร้อยละ 41.75 สอดคล้องกับในระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนามากตั้งแต่วงจรปฏิบัติการที่ 1-3 เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาใกล้ตัวทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้มาใช้ในการระบุปัญหาและหาแนวทางแก้ปัญหาร่วมกัน กระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและเกิดความสนใจที่จะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม สอดคล้องกับ Joyce and Weil (1996, pp. 80-88) ได้กล่าวไว้ว่า สิ่งสำคัญที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิด ความต้องการที่จะแสวงหาความรู้ก็คือตัวปัญหา แต่ปัญหานั้นจะต้องมีลักษณะที่มีความหมายต่อผู้เรียนและท้าทายเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะแสวงหาคำตอบ

สมรรถนะการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ในภาพรวมนั้นนักเรียนมีสมรรถนะในระดับที่สูง เฉลี่ยร้อยละ 17.75 เป็นสมรรถนะที่นักเรียนพัฒนาได้น้อย สอดคล้องกับในระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนมีการพัฒนาน้อยที่สุดตั้งแต่วงจรปฏิบัติการที่ 1-3 เนื่องจากสามารถระบุแนวทางการแก้ปัญหา ดำเนินงานอย่างเป็นระบบ แต่นักเรียนยังไม่ให้ความสำคัญในการร่วมกันแสดงความคิดเห็น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการเชิงวิศวกรรมสามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้ ควรเน้นให้มีภาระงานที่ท้าทายในชั้นเรียน เช่น การให้นักเรียนได้ทำการทดลองหรือสร้างชิ้นงาน การทดสอบผลการแก้ปัญหา เป็นต้น

1.2 สถานการณ์ปัญหาที่ใช้ในการร่วมมือกันแก้ปัญหาต้องเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนต้องใช้ความสามารถที่หลากหลายและใกล้ตัวนักเรียน อาจใช้สถานการณ์ที่นักเรียนสนใจและเป็นปัญหาอยู่ในขณะนั้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมผู้วิจัยให้อิสระกับนักเรียนในการสร้างชิ้นงานทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการสร้างชิ้นงานที่มีรูปแบบที่แตกต่างกันแสดงให้เห็นถึงความสร้างสรรค์ของแต่ละกลุ่มในการสร้างชิ้นงานออกมา ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรเพิ่มการวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน เพื่อหาแนวทางใหม่ๆ ความเข้าใจและการมองปัญหาในรูปแบบใหม่

References

- Antonenko, P. D., Jahanzad, F., & Greenwood, C. (2014). Fostering collaborative problem solving and 21st century skills using the DEEPER scaffolding framework. *Journal of College Science*, 43(6), 78-87.
- Asghar, M. Y., Viitanen, T., Kemppainen, K., & Tornquist, K. (2012). Sphingosine 1- phosphate and human ether-a'-go-go-related gene potassium channels modulate migration in human anaplastic thyroid cancer cells. *Endocrine - Related Cancer*, 19(5), 667-680. <https://doi.org/10.1530/ERC-12-0092>
- Bitter, C. G. (1990). *Mathematics method for the elementary and middle school: A comprehensive approach*. Boston: Allyn and Bacon.
- Bureau of Academic Affairs and Educational Standards [BAAES]. (2015). *Collaborative problem solving*. Retrieved January 25, 2020, from <https://drive.google.com/folderview?id=0BwnYgcDtSNqaQkU3VzVEdXdqNG8&usp=sharing&tid=0BwnYgcDtSNqaTTlwS1ZhdHVXMzg>. [in Thai]
- Householder, D. L., & Hailey, C. E. (2012). *Incorporating engineering design challenges into STEM courses*. Retrieved November 10, 2019, from https://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications/166
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2014). Activity manual for level 4 (M.4-M.6), Bangkok: Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), Ministry of Education. [in Thai]
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2018). PISA 2015 Assessment of Reading Science and Mathematics Excellence and educational equality. Bangkok: Success Public Company Limited. [in Thai]
- Joyce, B., & Weil, M. (1996). *Model of teaching* (5th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2014). *The action research planner: Doing critical participatory action research*. New York: Springer.
- McNaught, C. (2014). *Implementing research based education at UCL*. Retrieved May 2, 2020, from <http://www.ucl.ac.uk/teaching-learning/connectedcurriculum/research-based-education>

- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2015). *PISA 2015 draft collaborative problem solving framework*. Paris: OECD.
- Nualpong, W. (2010). *Development of learning activity management based on CIPPA model in the invention of Thai wisdom topic of artificial intelligence subject for grade 12 students* (Independent Study). Mahasarakham: Mahasarakham University. [in Thai]
- Susan, H., & Marci, D. (2011). *NASA's best students beginning engineering science, and technology*. Retrieved August 1, 2019, from <https://www.nasa.gov/audience/foreducators/best/edp.html>
- Suthee, S., Wanpakae, P., & Saengtopho, S. (2001). *Techniques for developing an integrated curriculum*. Bangkok: Development Education. [in Thai]
- The Secretariat of the Council of Education. (2018). *Thai Education Report 2018 (Education in Thailand 2018)*. Bangkok: The Secretariat of the Education Council Ministry of Education. [in Thai]

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาดุลยภาพร่างกายมนุษย์

THE DEVELOPMENT OF THE INSTRUCTION ARGUMENTATION USING FORENSIC SCIENCE ISSUE FOR PROMOTING THE SCIENTIFIC EXPLANATION ABILITY OF GRADE 10 STUDENTS ON HUMAN HOMEOSTASIS

Received: May 15, 2020

Revised: June 13, 2020

Accepted: June 23, 2020

นำพงศ์ จันทรโท^{1*} สิริณา กิจเกื้อกุล² และสุริยา ชาปุ³
Numpong Janto^{1*} Sirinapa Kijkuakul² and Suriya Chapoo³

^{1,2,3}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

^{1,2,3}Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: numpong1410@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 16 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลภายใต้กระบวนการค้นเชิงตีความโดยการวิเคราะห์เนื้อหา และตรวจสอบความน่าเชื่อถือด้วยเทคนิคแบบสามเส้า ผลการวิจัยพบแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ คือ 1) ต้องใช้สถานการณ์ในประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่คลุมเครือและเป็นเรื่องที่สังคมให้ความสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยนำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 2) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้โทรศัพท์ของตนเองสืบค้นข้อมูล โดยมีครูคอยตรวจสอบข้อมูลเพื่อให้ข้อเสนอแนะ และ 3) ใช้กิจกรรมโต้แย้งจำลองสถานการณ์ในสังคมวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลยังพบว่า ภายหลังจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 61.14 จัดอยู่ในกลุ่มที่แสดงข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานแต่ขาดการให้เหตุผล และมีนักเรียนที่แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วนสมบูรณ์ ร้อยละ 23.33

คำสำคัญ: การโต้แย้ง นิติวิทยาศาสตร์ การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ การรักษาดุลยภาพร่างกายมนุษย์

Abstract

The purpose of this research was to develop an instruction using argumentation and forensic science issue for promoting the scientific explanation ability on human homeostasis of sixteen Grade-10 students. The research instruments were three lesson plans, reflection form, worksheets, and the scientific explanation ability test. The interpretive paradigm was used to analyze the data by using triangulation for checking the data reliability. The results showed that the instruction could be operated by; 1) using the ambiguous situation of the society to stimulate students to wonder, and created the scientific explanations, 2) giving students use their smartphones for searching information, and the teacher checking that information for giving suggestions and, 3) using scientific argument activities as a model of a scientific society to promote students' scientific explanation ability. Finally, this research found that most of the students (61.14%) could show some claims and supporting evidence, but they lacked in reasoning, and the other students (23.33%) could present components of the scientific explanation completely.

Keywords: Argumentation, Forensic Science Issue, Scientific Explanation Ability, Scientific Literacy, Human Homeostasis

บทนำ

การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นสมรรถนะสำคัญที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงาน โดยเป็นการสืบเสาะ แสวงหาข้อมูล หลักฐาน มาประกอบการให้เหตุผล เพื่อยืนยันและสนับสนุนในข้อค้นพบหรือข้อกล่าวอ้างของตนให้มีความน่าเชื่อถือ (Novak & Treagust, 2017) นับได้ว่าเป็นการสื่อสารที่บ่งบอกถึงความเข้าใจเนื้อหาหรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ (Sirithon et al., 2017) ซึ่งประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบสำคัญในการอธิบายถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในข้อกล่าวอ้าง (Claim) ด้วยการใช้หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ที่เหมาะสมกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ (McNeill & Krajcik, 2006) อีกทั้งองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Cooperation and Development: OECD) ได้จัดทำมีโครงการประเมินผลนักเรียนระดับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment : PISA) ในการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) จำเป็นต้องใช้สมรรถนะดังต่อไปนี้ คือ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (OECD, 2015) สะท้อนถึงความสำคัญในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถาม ประกอบการให้เหตุผลที่นำมาสนับสนุนด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์ อย่างไรก็ตาม จากรายงานผลการประเมินสมรรถนะเหล่านี้ของ PISA 2015 กลับพบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย 421 คะแนน ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD 493 คะแนน ซึ่งมีสัดส่วนของความรอบรู้วิทยาศาสตร์เพียงแค่นั้นหนึ่งในสาม (36.1%) ที่สามารถตอบข้อสอบวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไทยในระดับชั้นต่างๆ ยังคงไม่สามารถใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ในการลงข้อสรุปและสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามได้ (Ladachart et al., 2015)

จากประสบการณ์สอนวิทยาศาสตร์ในบริบทโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่ง ที่มีผลการประเมินทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET) และผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ นักเรียนส่วนใหญ่ฐานะยากจน มีปัญหาครอบครัว และคาดหวังว่าเมื่อสำเร็จการศึกษาขั้นพื้นฐานจะออกไปประกอบอาชีพโดยไม่ศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา เมื่อผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ส่วนใหญ่ นักเรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในการตอบคำถามสำคัญได้ ดังที่พบจาก การจัดการเรียนรู้เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ เมื่อผู้วิจัยถามนักเรียนว่า เมื่อเราอยู่ในที่อุณหภูมิต่ำเหตุใดร่างกายจึงเกิดอาการสั่น พบว่า นักเรียนร้อยละ 80 ตอบคำถามว่า ร่างกายหนาวจึงเกิดอาการสั่น แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังขาดหลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถเชื่อมโยงไปสู่ข้อกล่าวอ้างของคำตอบเพื่อสร้างคำอธิบายได้

จากการศึกษางานวิจัย พบว่า เรื่องการรักษาคุณภาพในร่างกายมีเนื้อหาหลายเรื่องเป็นนามธรรมเข้าใจยาก ซึ่งต้องอธิบายด้วยกลไกภายในร่างกาย ไม่สามารถมองเห็นให้รูปธรรมได้ ทำให้เกิดความเข้าใจยาก และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีเป้าหมายที่จะปรับเปลี่ยนแนวทางการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาดังกล่าว ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้อาจช่วยนักเรียนได้พัฒนาทั้งกระบวนการคิด การปฏิบัติและสร้างคุณลักษณะแบบนักวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี (Anuworrachai, 2014)

การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นกลวิธีหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ที่กำลังได้รับความสนใจในปัจจุบันจากวงการวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา ดังที่ Lin et al. (2012) ได้ระบุว่า ในการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ คือ ผู้ที่มีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ โดยนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงข้อมูลที่น่าไปสู่การสร้างหลักฐานและเหตุผล เพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ยังได้รับการยอมรับว่า เป็นกระบวนการที่ใช้สร้างองค์ความรู้ การคิดและปฏิบัติ เช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ที่สร้างคำอธิบายเพื่อพัฒนาการนำเสนอข้อมูลและโต้แย้ง เพื่อให้เกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อมูลในการวิพากษ์วิจารณ์ด้วยเหตุและผลร่วมกัน (Pipatchaiyapoom et al., 2016) จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เช่น Tongprapai et al. (2016) ได้จัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน พบว่า การใช้หลักฐานเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนพัฒนาได้น้อยที่สุด ซึ่งเป็นส่วนสำคัญเพื่อนำมาสนับสนุน และลงข้อสรุปเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่น่าเชื่อถือได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้หาแนวทางการสอนที่จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและแสดงความคิดเห็น ในสถานการณ์ที่เกิดการขัดแย้งทางความคิดหลากหลายมุมมอง ในการค้นหาหลักฐานข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาสู่การให้เหตุผลและอภิปรายประเด็นร่วมกัน โดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่พิสูจน์ได้

กิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์ เป็นการประยุกต์องค์ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง โดยเชื่อมโยงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ กับการทำงานสืบสวนสอบสวน และค้นหาความจริงอย่างเป็นรูปธรรม นอกจากนี้ ยังสามารถนำมาบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยใช้นิติวิทยาศาสตร์เป็นตัวขับเคลื่อนในการสำรวจตรวจสอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนรู้จักสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้หลักฐานในการเชื่อมโยงเหตุผลวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ด้วยการสร้างเป็นคำอธิบายที่สามารถพิสูจน์และตรวจสอบได้ โดยรายงานต่อสาธารณชนให้เป็นที่ประจักษ์ในกระบวนการค้นหาความจริง (Witham et al. as cited in Taruwun, 2017)

ด้วยความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีโต้แย้ง โดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่เป็นส่วนสำคัญทำให้เกิดข้อสงสัย ในการแสดงความคิดเห็นที่หลากหลาย ผ่านกระบวนการค้นหาคำตอบด้วยหลักฐาน และการให้เหตุผล เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์

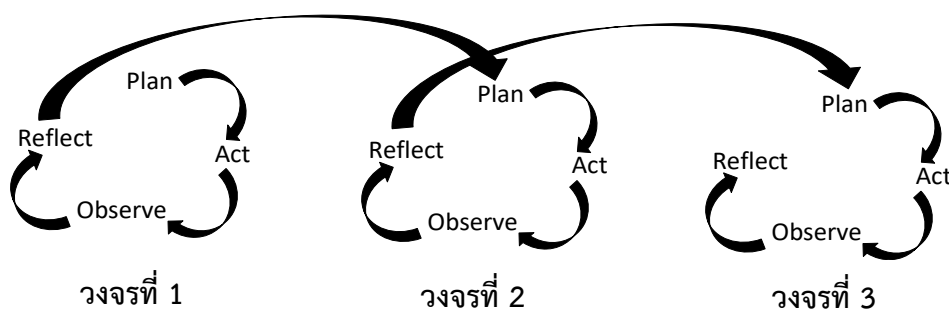
วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์

วิธีการวิจัย

รูปแบบการวิจัย เป็นวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) เชิงคุณภาพ ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1998) มีการดำเนินการเป็น 3 วงจรต่อเนื่องกันไป แต่ละวงจรมีขั้นตอน ได้แก่ 1) วางแผน (Plan) 2) ปฏิบัติการ (Act) 3) สังเกตการณ์ (Observe) และ 4.สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) เพื่อพัฒนาการสอนของครูจากการลงมือปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง

มีความยืดหยุ่นและสามารถปรับวิธีการจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง ให้สอดคล้องกับความต้องการและบริบทของนักเรียนได้ (Khemkong, 2017)



ภาพ 1 แสดงขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ ทำการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) โดยการสมัครใจของนักเรียนจากห้องที่ผู้วิจัยรับผิดชอบในการจัดการเรียนรู้ และกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 16 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาคุณภาพร่างกายมนุษย์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ประกอบไปด้วย 5 แนวคิดหลัก ได้แก่ การรักษาคุณภาพของน้ำ การรักษาคุณภาพของกรด-เบส การรักษาคุณภาพอุณหภูมิร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกันและความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน

เครื่องมือวิจัย และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยดัดแปลงและปรับปรุงกลวิธีการโต้แย้งตามกรอบแนวคิดของ Enderle et al. (2012) ร่วมกับกิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์ของ Saferstein (2011) ประกอบไปด้วยขั้นตอน ดังนี้ 1) การเตรียมความพร้อมและระบุภาระงาน 2) สำรวจค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูล 3) นำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้ง และ 4) สรุปและประเมินผล จำนวน 3 แผน ใช้เวลาแผนละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ศึกษา ด้านวิทยาศาสตร์ และครูที่มีประสบการณ์สอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน จำนวน 3 ท่าน ช่วยตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้รับข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ประเด็นนิติวิทยาศาสตร์ต้องมีความชัดเจน ให้ข้อมูลประกอบที่สามารถขับเคลื่อนการจัดกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม และมีความสอดคล้องกับเนื้อหา จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ไข ปรับปรุงตามคำแนะนำ จึงนำไปประยุกต์ใช้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ เป็นการสะท้อนเรื่องราวต่าง ๆ ตามขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนโดยผู้วิจัย และผู้สะท้อนร่วม ซึ่งเป็นครูชำนาญการพิเศษที่มีประสบการณ์สอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนเข้ามาสังเกตการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ซึ่งประกอบไปด้วย การบันทึกการสนทนามีจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะระหว่างการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจรเป็นอย่างไร

2.2 ใบกิจกรรมการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิด แสดงรายการบันทึกข้อมูลเพื่อใช้ประกอบในแต่ละขั้นตอนการสอน โดยนำประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์มาขับเคลื่อนกิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยในการค้นหาความจริงด้วยการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ผ่านกิจกรรมการโต้แย้งเพื่อตอบคำถามสำคัญ

2.3 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อคำถามปลายเปิด จำนวน 5 ข้อ แต่ละข้อแบ่งเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 เป็นสถานการณ์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับความผิดปกติจากการรักษาคุณภาพของร่างกาย และส่วนที่ 2 เป็นข้อคำถามตามองค์ประกอบในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2006) คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล จากนั้นนำมาตรวจสอบความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ และครูที่มีประสบการณ์สอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน จำนวน 3 ท่าน ซึ่งได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้สถานการณ์ต้องชัดเจนกับประเด็นเนื้อหาที่ไม่ยาวเกินไป จนอาจทำให้นักเรียนเกิดความสับสนได้ รวมไปถึงเพิ่มเติมแนวคำตอบเพื่อใช้เป็นแนวทางในการให้คะแนน ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุง แก้ไข ตามคำแนะนำ แล้วนำไปใช้วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงคุณภาพ จากการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) เพื่อตอบคำถามวิจัย 2 ข้อ โดยมีรายละเอียด คือ

1. เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ แหล่งที่มาของข้อมูลได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและผู้ร่วมสะท้อนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ มาทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการอุปนัยด้วยการอ่านข้อมูลและจัดระเบียบเนื้อหาตามประเด็นข้อค้นพบ ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในแต่ละวงจรปฏิบัติการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลว่าสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ จากนั้นสรุปเป็นแนวปฏิบัติที่ดี (Best Practice) ของการจัดการเรียนรู้ และทำการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า โดยใช้แหล่งข้อมูลมากกว่า 1 แหล่ง (Resource Triangulation)

2. เพื่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งใช้องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2006) โดยผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรม และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังจากจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ มาทำการวิเคราะห์จากการอ่านคำตอบของนักเรียน แล้วนำมาจัดระเบียบข้อมูล จากนั้นทำการกำหนดรหัสข้อมูล จัดกลุ่มคำตอบและตีความเพื่อสรุปข้อมูลทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ดังตัวอย่างในตาราง 1 และทำการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า โดยใช้เครื่องมือมากกว่า 1 ชนิด (Method Triangulation)

ตาราง 1 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

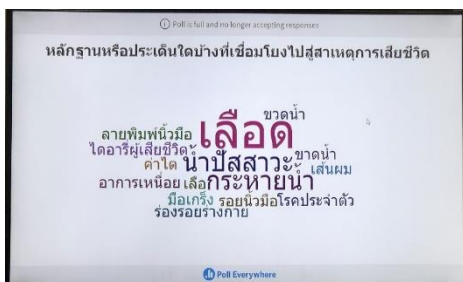
หมวดหมู่	รหัสคำตอบ	กลุ่มคำตอบ	ตัวอย่างพฤติกรรม
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation)	SE_0	แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง	- นักเรียนไม่เขียนตอบ หรือไม่แสดง ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล
	SE_1	แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้เพียง 1 ใน 3 องค์ประกอบ	- นักเรียนแสดงข้อกล่าวอ้าง แต่ขาดหลักฐานและการให้เหตุผล
	SE_2	แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้บางส่วน 2 ใน 3 องค์ประกอบ	- นักเรียนแสดงข้อกล่าวอ้าง แต่ขาดการให้หลักฐาน หรือการให้เหตุผล
	SE_3	แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วนสมบูรณ์	- นักเรียนแสดงข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลได้ครบถ้วน

ผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสะท้อนผลการจัดการ

เรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสะท้อนภายหลังการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ต้องใช้สถานการณ์ในประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่คลุมเครือและเป็นเรื่องที่สังคมให้ความสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยนำไปสู่การสร้างอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากขั้นเตรียมความพร้อมและระบุภาระงาน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนให้ความสนใจในประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ครูนำเข้าสู่บทเรียน แต่พบว่านักเรียนไม่ค่อยกล้าตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น เนื่องจากเป็นเรื่องที่นักเรียนไม่คุ้นชิน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยจึงนำประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่เป็นข่าวดังมาใช้ในการอภิปราย และใช้คำถามกระตุ้นแบบชักใยไล่เลียง จนนักเรียนเกิดความสงสัย ส่งผลให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างออกไปตามมุมมองของแต่ละคน ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เปิดโอกาสให้อภิปรายโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบด้วยคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์พยานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์



ครู : “การเสียชีวิตของทหารมีสาเหตุมาจากอะไร”
 นักเรียนคนที่ 1 : ถูกครูฝึกซ้อมตายครับ
 นักเรียนคนที่ 2 : อาจจะมีโรคประจำตัวคะ
 ครู : “ความน่าเชื่อถือของข้อมูลมีผลต่อการลงข้อสรุปและสร้างเป็นคำอธิบาย หรือไม่”
 นักเรียน : มีครับ ต้องดูหลักฐาน ผมเคยดูโคนัน
 นักเรียน : ต้องส่งหลักฐานไปตรวจในห้องแล็บด้วยคะ
 (เทปบันทึกเสียง, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้)

ภาพ 2 การตอบหลักฐานด้วยแอปพลิเคชัน Polleverywhere และบทสนทนา

1.2 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้โทรศัพท์ของตนเองสืบค้นข้อมูลที่หลากหลาย โดยมีครูคอยตรวจสอบข้อมูล เพื่อให้ข้อเสนอแนะ ที่นักเรียนสามารถพัฒนาและปรับปรุงงานให้มีความเหมาะสม และทันเวลา โดยขั้นการสำรวจค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูล ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนใช้โทรศัพท์ในการสืบค้นข้อมูลหลักฐานเพื่อมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้ให้ความสำคัญกับความน่าเชื่อถือของข้อมูลและใช้เวลาค่อนข้างมาก ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ครูจึงเน้นเรื่องความน่าเชื่อถือของข้อมูลในการสืบค้นและมีใบความรู้เพิ่มเติมที่เป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เปิดโอกาสให้แต่ละกลุ่มรายงานผลการสืบค้นข้อมูล เพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้ โดยมีครูให้ข้อเสนอแนะที่สามารถปรับปรุงได้อย่างเหมาะสม ทันเวลา และทำให้นักเรียนนำข้อมูลนั้นไปใช้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่าง ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ดังที่ผู้เชี่ยวชาญสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ได้กล่าวว่า

“มีแหล่งข้อมูลหลากหลาย ครูมีความใกล้ชิดกับนักเรียนมากขึ้น นักเรียนให้ความสนใจในการทำกิจกรรม”

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้)



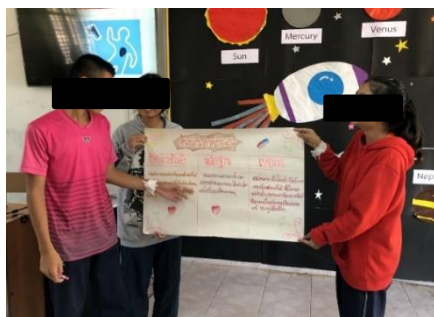
ภาพ 3 กิจกรรมที่นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

1.3 ใช้กิจกรรมโต้แย้งจำลองสถานการณ์ในสังคมวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ควรปรับตามความเหมาะสมกับบริบทของนักเรียน โดยมีครูควบคุมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานและการให้เหตุผล ในขั้นนำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้ง ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากการสังเกตการนำเสนอหน้าชั้นเรียนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ส่วนใหญ่ยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็น และรอฟังคำตอบจากเพื่อน ทำให้ไม่ค่อยเกิดกระบวนการโต้แย้ง ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ครูจึงเลือกใช้วิธีการนำเสนอแบบลักษณะการเดินวนฐานตามกลุ่ม พบว่า นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันมากขึ้นและกล้าที่จะแสดงความคิดเห็น แต่ยังไม่พบการใช้อารมณ์และความรู้สึกร่วมไปกับการแสดงความคิดเห็น ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ครูจึงชี้แจงลักษณะของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานและการให้เหตุผล อีกทั้งต้องคอยควบคุมคำถามจากการโต้แย้งให้เหมาะสม โดยไม่ใช้อารมณ์และความรู้สึกส่วนตัว ทำให้เกิดบรรยากาศของการจำลองสถานการณ์ในสังคมวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง ซึ่งได้รับการสะท้อนจากผู้เชี่ยวชาญว่า

“นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นโต้ตอบและซักถามเพื่อนมากกว่าครั้งที่แล้ว”

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้)



ภาพ 4 กิจกรรมการโต้แย้งที่นักเรียนได้เดินวนฐานตามกลุ่มและนำเสนอหน้าชั้นเรียน

2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ จากผลการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แล้วนำมาจัดกลุ่มคำตอบ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม รายละเอียดดังในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	ก่อนการจัดการเรียนรู้				หลังการจัดการเรียนรู้			
	ข้อกล่าวอ้าง	หลักฐาน	การให้เหตุผล	ร้อยละ (นักเรียน)	ข้อกล่าวอ้าง	หลักฐาน	การให้เหตุผล	ร้อยละ (นักเรียน)
SE_0	✗	✗	✗	50.28	✗	✗	✗	0.00
SE_1	✓	✗	✗	25.14	✓	✗	✗	8.34
SE_2	✓	✓	✗	12.11	✓	✓	✗	61.14
	✓	✗	✓	5.80	✓	✗	✓	7.20
SE_3	✓	✓	✓	6.67	✓	✓	✓	23.33

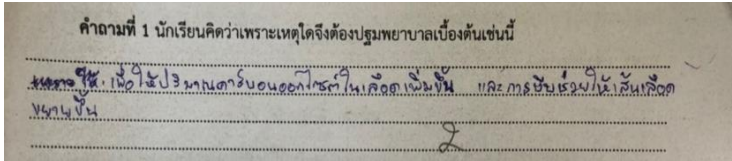
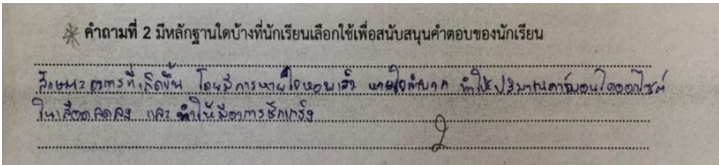
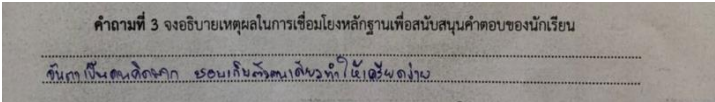
หมายเหตุ ✓ ปรากฏองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
✗ ไม่ปรากฏองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัย พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล (ร้อยละ 50.28) นักเรียนที่แสดงข้อกล่าวอ้างได้เพียงอย่างเดียว (ร้อยละ 25.14) นักเรียนที่แสดงข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน แต่ขาดการให้เหตุผล (ร้อยละ 12.1) นักเรียนที่แสดงข้อกล่าวอ้าง การให้เหตุผล แต่ขาดหลักฐาน (ร้อยละ 5.80) และนักเรียนที่แสดงข้อกล่าวอ้าง

หลักฐาน และการให้เหตุผล ครบถ้วนสมบูรณ์ (ร้อยละ 6.67) อย่างไรก็ตาม ภายหลังจากจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มที่แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้บางส่วน 2 ใน 3 องค์ประกอบ กล่าวคือ สามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง และหลักฐาน แต่ขาดการให้เหตุผล (ร้อยละ 61.14) และสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง และให้เหตุผล แต่ขาดหลักฐาน (ร้อยละ 7.20) รองลงมาคือ กลุ่มที่แสดงข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ครบถ้วนสมบูรณ์ (ร้อยละ 23.33) และมีนักเรียนที่แสดงข้อกล่าวอ้าง แต่ขาดหลักฐานและการให้เหตุผล (ร้อยละ 8.32)

ยกตัวอย่าง คำตอบของนักเรียนส่วนใหญ่ที่แสดงข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานสนับสนุน แต่ขาดการให้เหตุผล ของนักเรียนรหัส S08 ในการตอบคำถามจากแบบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 เรื่อง สถานการณ์ชีวิตแสนกดดัน ประกอบไปด้วยแนวคิด การรักษาคุณภาพของกรด-เบสในร่างกาย โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของปอด เมื่อเกิดภาวะการหายใจเร็วและลึกมากขึ้น ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดลดลง เลือดมีภาวะเป็นเบส จึงต้องใช้ถุงครอบปาก เพื่อให้สูดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่หายใจออกมากกลับเข้าไปทำให้ pH ของเลือดให้เข้าสู่ภาวะสมดุลโดยการทำงานของปอดทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตาราง 3 แสดงตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่แสดงข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานสนับสนุน แต่ขาดการให้เหตุผล

คำตอบของนักเรียนรหัส	ตัวอย่างความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน
S08	ข้อกล่าวอ้าง นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดจึงต้องปฐมพยาบาลเบื้องต้นเช่นนี้ ซึ่งนักเรียนแสดงข้อกล่าวอ้างว่า “เพื่อเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดเพิ่มขึ้น”  หลักฐาน มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนแสดงหลักฐานในการสนับสนุนคำตอบว่า “ลักษณะอาการที่เกิดขึ้น โดยมีการหายใจหอบเร็ว หายใจลำบาก ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดลดลง เกิดการชักเกร็ง”  การให้เหตุผล จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน ซึ่งนักเรียนแสดงการให้เหตุผลในการสนับสนุนคำตอบว่า “จันทาเป็นคนคิดมาก ชอบเก็บตัวอยู่คนเดียว ทำให้เครียดง่าย” 

สรุปและอภิปรายผล

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สถานการณ์ในประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์จะเป็นตัวขับเคลื่อนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยคำถามที่ก่อให้เกิดความสงสัยใคร่รู้ ในการค้นหาคำตอบด้วยคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์พยานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับ Sebastiany et al. (2013) กล่าวว่า กิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบค้น ข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ และประเมินหรือตัดสินความสำคัญของการพิสูจน์ทดลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของ Khemkong et al. (2017) กล่าวว่า การยกสถานการณ์ที่มีความน่าสนใจที่เกิดขึ้นจริงในสังคมไทย หรืออาจเป็นประเด็นของ ข่าวที่นักเรียนได้พบเห็นหรือได้รับฟังมาจากสื่อต่างๆ ในชีวิตประจำวันมาดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้

เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้โทรศัพท์ของตนเองสืบค้นข้อมูล โดยมีครูคอยให้ความช่วยเหลือด้วยข้อเสนอแนะที่นักเรียนสามารถพัฒนาและปรับปรุงงานให้มีความเหมาะสม และทันเวลา ทำให้นักเรียนนำข้อมูลนั้นไปใช้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ เช่นเดียวกับ Thongnoi et al. (2017) ได้กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้อินเตอร์เน็ตในมือถือเพื่อสืบค้นข้อมูลในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนได้ฝึกหาหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ เพื่อสร้างเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ อีกทั้งการให้คำปรึกษานักเรียนทุกคนเกี่ยวกับการทำงานกลุ่มอย่างทั่วถึง และทันเวลา เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันหาหลักฐานประกอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แล้วสอดแทรกแนวทางการสืบค้นข้อมูล และคัดกรองข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือเพื่อให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลได้ถูกต้องด้วย

ทั้งนี้ การนำเสนอผลงานด้วยกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ควรปรับตามความเหมาะสมกับบริบทของนักเรียนในการนำเสนอแบบลักษณะการเดินวนฐานตามกลุ่ม ครูควรชี้แจงลักษณะของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานและการให้เหตุผลเพื่อจำลองสถานการณ์ในสังคมนิติวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง สอดคล้องกับ Kampiwtha et al. (2018) กล่าวว่า การนำรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบจิ๊กซอร์ที่มีลักษณะการเดินวนฐานไปตามกลุ่มมาประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการโต้แย้งจึงมีความเหมาะสมกับบริบทของห้องเรียนและเวลาที่จำกัด นอกจากนั้น ครูยังต้องคอยควบคุมกระบวนการโต้แย้งของนักเรียนที่เกิดขึ้นในแต่ละกลุ่มให้อยู่ภายใต้กรอบของคำถามสำคัญ และอยู่บนหลักของเหตุและผลในการอธิบายด้วยความรู้วิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับ Dahsa (2017) ได้กล่าวว่า การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมในคำถามทางวิทยาศาสตร์วางแผนและดำเนินการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาหลักฐาน มาสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถาม

2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัย พบว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการทำแบบวัดแต่ละแนวคิด เรื่อง การรักษาคุณภาพร่างกายมนุษย์ เมื่อพิจารณาองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวม โดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงข้อกล่าวอ้างได้มากกว่าองค์ประกอบอื่น รองลงมาคือหลักฐาน และการให้เหตุผลเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนขาดมากที่สุด ซึ่งแสดงรายละเอียดตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้

ข้อกล่าวอ้าง เป็นการคาดคะเนคำตอบของปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยคำตอบส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ว่า “เกิดอะไรขึ้น” หรือ “เกิดขึ้นได้อย่างไร” หรือ “เพราะเหตุใดจึงเกิดขึ้น” (Thongarj, 2012) ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการและข้อคำถามในแบบวัด มีลักษณะเป็นสถานการณ์ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่เป็นตัวขับเคลื่อนในการทำกิจกรรมให้นักเรียนเกิดความสงสัยในการค้นหาความจริงจากหลักฐานที่กำหนด มีข้อมูลประกอบสถานการณ์โดยเชื่อมโยงกับการตอบคำถามสำคัญ ทำให้นักเรียนแสดงข้อกล่าวอ้างได้มากที่สุด สอดคล้องกับงานของ Sapasuntikul (2016) ที่พบว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เมื่อจำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในส่วนข้อกล่าวอ้างมากที่สุด ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะข้อกล่าวอ้างเป็นองค์ประกอบที่มีลักษณะเป็นการเขียนตอบคำถาม เพื่อให้ได้ใจความที่กระชับและชัดเจนซึ่งเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับความรู้นักเรียนได้ศึกษาโดยตรง

หลักฐาน มีคะแนนเฉลี่ยรองลงมา ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่เกิดจากการรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกต นักเรียนได้มีการวิเคราะห์และค้นหาหลักฐาน (Sapasuntikul, 2016) ผ่านการโต้แย้งเพื่อแสดงความคิดเห็นในมุมมองที่แตกต่างกันประกอบกับการใช้อารมณ์และความรู้สึกร่วมไปกับการลงข้อสรุป อีกทั้งมีการระบุหลักฐานจากการใช้ข้อความที่มีลักษณะกระตุ้นให้เกิดความสงสัยในมุมมองที่แตกต่างกัน และนักเรียนร่วมกันสรุปหลักฐานสำคัญเพื่อให้นักเรียนได้เลือกนำไปสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องและเชื่อมโยงไปสู่ข้อกล่าวอ้างจากสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ทำให้ต้องใช้เวลาในการประเมินความน่าเชื่อถือและความเหมาะสมของหลักฐานที่มีอยู่อย่างจำกัด เช่นเดียวกับ Ladachart et al. (2015) กล่าวว่า การลงข้อสรุปเป็นการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในการให้ความหมายกับหลักฐานที่ปรากฏ ซึ่งตีความจากหลักฐานบนพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เดิมของตนเอง ทำให้บิดเบือนความหมายที่แท้จริงของหลักฐานได้

การให้เหตุผล เป็นองค์ประกอบที่นักเรียนขาดมากที่สุดในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องสามารถเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยแนวคิด กฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ McNeill and Krajcik (2006) ที่ได้ข้อสรุปจากงานวิจัยไว้ว่าการให้เหตุผลเป็นเรื่องยากที่สุดสำหรับนักเรียน เนื่องจากการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นักเรียนจำเป็นต้องเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน ในการใช้ความรู้หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนคำตอบ เช่นเดียวกับงานของ Meela and Artdej (2017) กล่าวว่า สำหรับองค์ประกอบการให้เหตุผล พบว่า นักเรียนมีความยุ่งยากในการให้เหตุผล เมื่อพิจารณาร้อยละของนักเรียนหลังเรียนเปรียบเทียบกับก่อนเรียน พบว่า นักเรียนส่วนน้อยเท่านั้นที่สามารถพัฒนาระดับความสามารถในการให้เหตุผล เนื่องจากความรู้เดิมของนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกัน ทำให้การให้เหตุผลแตกต่างกันไปด้วย หากนักเรียนมีความรู้เดิมเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง นักเรียนก็จะสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ หรือสามารถให้เหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานที่สอดคล้องกับคำถาม

แนวทางหนึ่งที่สำคัญจากข้อค้นพบของงานวิจัยนี้ คือ การใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เป็นตัวขับเคลื่อนทำให้เกิดข้อสงสัยในการค้นหาคำตอบด้วยหลักฐานที่เชื่อมโยงไปสู่การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยควรใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดมุมมองที่แตกต่างกัน ผ่านการนำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้งที่เป็นการอภิปรายและสะท้อนคิด แสดงถึงการจำลองสังคมวิทยาศาสตร์ในการโต้แย้งกันด้วยเหตุผล และข้อมูลหลักฐานในเชิงวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปสู่การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติด้วยการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นหัวใจหลักสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างแท้จริง

ข้อเสนอแนะ

จากการทำวิจัยนี้ พบว่า ในการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยแสดงองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง และหลักฐาน แต่ยังขาดการให้เหตุผล ในประเด็นนี้จึงเป็นที่น่าสนใจว่าการให้เหตุผลนี้จะมีความเกี่ยวเนื่องโดยเฉพาะกับกรณีเนื้อหาที่มีความซับซ้อน และเป็นนามธรรมที่เข้าใจยาก เพราะเรื่องการรักษาคุณภาพของร่างกายมีกระบวนการในการทำงานของกลไกที่เป็นระบบและซับซ้อน จึงควรให้ความสำคัญในการทำ ความเข้าใจแนวคิดในการเตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติกิจกรรม โดยอาจจะเริ่มจากเนื้อหาที่มีความซับซ้อนน้อยไปสู่เนื้อหาที่ซับซ้อนมากขึ้นตามลำดับ หรือกรณีที่กิจกรรมมีความซ้ำซ้อนมากเกินไป ทั้งนี้ความปรับวิธีการสอนให้เข้ากับบริบทและข้อจำกัดของผู้เรียน นอกจากนี้ควรให้นักเรียนใช้หลักฐานจากปฏิบัติการทดลองด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการสืบค้นข้อมูล เพื่อสร้างความเข้าใจในเหตุผลทางวิทยาศาสตร์และการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น จึงจะสามารถพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ครอบคลุมองค์ประกอบในทุกประเด็น

References

- Anuworrachai, S. (2014). Learning management using constructing scientific explanations. *School of Educational Studies*, 7(2), 1-14. [in Thai]
- Dahsa, J. (2017). Scientific inquiry in the next generation science standards. *Humanities and Social Sciences*, 8(2), 123-132. [in Thai]
- Enderle, P. J., Grooms, J. A., & Sampson, V. (2012). Argument focused instruction and science proficiency in middle and high school classrooms, in *Paper presented at the Annual International Conference of the National Association for Research in Science Teaching*. Indianapolis, USA, NARST.
- Kampiwtha, C., Bongkotphet, T., & Nangngam, P. (2018). The development of scientific reasoning ability through the generate an argument instructional model in digestive system topic for 10th grade students. *Journal of Rangsit University: Teaching & Learning*, 12(1), 56-71. [in Thai]
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1998). *The action research planner*. Geelong, Victoria: Deakin University Press.
- Khemkong, S., Ketsing, J., & E-gobon, T. (2017). Good teaching practices in inquiry-based learning for developing grade 11th students' scientific reasoning ability. *The 13th Mahasarakham University Research Conference* (pp. 77-87). Maha Sarakham: Mahasarakham University. [in Thai]
- Ladachart, L., Chimphali, K., Aryowong, N., Ngaewkoodrua, N., Srakhao, S., Wangead, C., & Thammaprateeep, J. (2015). Ninth grade students' making scientific inferences and explanations. *Silapakorn University Journal in the fields of Social Sciences, Humanities and Arts*, 35(1), 171-206. [in Thai]
- Lin, H. S., Hong, Z. R. & Huang, T. C. (2012). The role of emotional factors in building public scientific literacy and engagement with science. *International Journal of Science Education*, 34(1), 25-42.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2006). Supporting students' construction of scientific explanation through generic versus context-specific written scaffolds. *Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association*, San Francisco, CA.
- Meela, P., & Artdej, R. (2017). Model based inquiry and scientific explanation: promoting meaning-making in classroom. *Journal of Education Naresuan University*, 9(3), 1-15. [in Thai]
- Novak, A. M., & Treagust, D. F. (2017). Adjusting claims as new evidence emerges: Do students incorporate new evidence into their scientific explanations? *Journal Research in Science Teaching*, 55(4), 526-549. <https://doi.org/10.1002/tea.21429>
- OECD. (2015). PISA 2018 draft reading literacy framework, *Proceedings of the 40th meeting of the PISA Governing Board*, 26-28 October 2015; Munich, Germany.
- Pipatchaiyapoom, P., Sawangmek, S., & Nangngam, P. (2016). *Using argument-driven inquiry (ADI) based laboratory activities to enhance 11 graders' understanding of the nature of science on reproduction and development of flowering plant topic* (Master thesis). Phitsanulok: Naresuan University. [in Thai]
- Saferstein, R. (2011). *Forensic science: An introduction* (2nd ed.). Eaglewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Sapasuntikul, K. (2016). *Effects of chemistry teaching strategy using the predict-observe-explain sequence on ability in scientific explanation making and rationality of tenth grade students* (Master thesis). Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]

- Sebastiany, A. P., Pizzato, M. C., Diehl, I. F., & Salgado, T. D. M. (2013). Aprendiendo a investigar por medio de la ciencia forense e investigación criminal. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 480-490.
- Sirithon, N., Jantarakantee, E., & Chainggan, S. (2017). Developing grade 10 students' ability in making scientific explanation using argument-driven inquiry approach in the topic of force, mass, and law of motion. *Proceedings of 55th Kasetsart University Annual Conference: Education, Economics and Business Administration, Humanities and Social Sciences* (pp. 9-16). Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Taruwun, T. (2017). *The development of grade 11 students' critical thinking by using problem-based learning and forensic science activity package* (Master thesis). Khon Kaen: Khon Kaen University. [in Thai]
- Thongarj, C. (2012). Moving forward to the twenty-first century: the winning post that Thai education has not yet reached. *Journal of Education Studies, Chulalongkorn University*, 40, 261-267. [in Thai]
- Thongnoi, N., Pitipornatapin, S., Chumnarpue, P., & Phongpijit, P. (2017). *Enhancing the ability in constructing scientific explanations of grade 10 students in ecosystem using socioscientific issues based-learning on scientific* (Master thesis). Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Tongprapai, K., Pitipornatapin, S., Shinnasin, K., & Jamjai, O. (2016). Development of grade 8 students' argumentation skill in nutrients and life unit using socio-scientific issue (SSI) – based teaching. *J. Res. Unit Sci. Technol. Environ. Learning*, 7(1), 48-61. [in Thai]

บทความวิจัย (Research Article)

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานในรายวิชาไฟฟ้าและพลังงาน

ที่มีต่อกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์

EFFECTS OF RESEARCH-BASED LEARNING IN ELECTRICITY AND ENERGY COURSE
ON SCIENCE PROCESS OF SCIENCE STUDENT TEACHERS

Received: September 24, 2019

Revised: October 30, 2019

Accepted: November 18, 2019

บรรณรักษ์ คุ่มรักษา^{1*} และปริศนา รักบำรุง²Bannarak Khumraks^{1*} and Prissana Rakbumrung²^{1,2}คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี^{1,2}Faculty of Education, Suratthani Rajabhat University, Surat Thani 84100, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: bannarak.kh@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานในรายวิชาไฟฟ้าและพลังงานสำหรับนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ และเพื่อศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานที่มีต่อกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมวิธี กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ จำนวน 44 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานที่ออกแบบและสร้างขึ้นประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสำรวจและสังเกต 2) การตั้งคำถาม/ระบุปัญหา 3) การตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง 4) การตรวจสอบสมมติฐาน 5) การวิเคราะห์ข้อมูลและการสรุปผล และ 6) การนำเสนอผลการวิจัย ใช้เวลาสอน 12 สัปดาห์ ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมนี้ พบว่า มีระดับคุณภาพดีมาก ($\bar{X} = 4.74$, S.D. = 0.36) ผลการทดลอง พบว่า นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับคุณภาพดีถึงดีมาก ($\bar{X} = 2.9 - 3.3$) และผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพพบว่า นักศึกษากลุ่มตัวอย่างได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการสังเกต ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความและลงข้อสรุป นอกจากนี้ นักศึกษายังมีความคิดเห็นในเชิงบวกต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานอีกด้วย

คำสำคัญ: การเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักศึกษาครุวิทยาศาสตร์

Abstract

This research aim to design a research-based learning activities in electricity and energy courses for science student teachers and to study the effects of using research-based learning activities on science processes of science student teachers. Mixed method research design was carried out. Research sample is the 44 undergraduate science student teacher from Faculty of Education, selected by cluster sampling. The finding is that research-based learning activities which was designed and constructed consist of 6 steps: 1) survey and observation, 2) questioning/problem

definition, 3) constructing hypotheses and experimental design, 4) testing of hypothesis, 5) data analysis and conclusion, and 6) research presentation. This instructional process was allowed for 12 weeks. The designed activity was approved suitability at very good quality level ($\bar{X} = 4.74$, S.D. = 0.36). The result of intervention revealed that students were able to learn through science processes at good to very good quality ($\bar{X} = 2.9 - 3.3$). The qualitative analysis indicated that the students were enhanced to practice science process skills in many aspects, especially observation skills, constructing hypothesis skills, organizing data and communicating skill, experimental skill, and interpreting data and conclusion skills. In addition, students also reflected the positive opinions on this research-based learning activities.

Keywords: Research-based Learning, Science Process, Science Student Teacher

บทนำ

ความเข้าใจใน “กระบวนการทางวิทยาศาสตร์” (Science Process) เป็นส่วนหนึ่งของการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพราะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ (Wilke & Straits, 2005; Wilson & Rigakos, 2016) ซึ่งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) (American Association for the Advancement of Science: AAAS, 1967) หากผู้เรียนได้รับการส่งเสริมให้เรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะสามารถช่วยฝึกและพัฒนาทักษะอื่นๆ โดยเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนไปได้ในตัว และหากผู้สอนได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากความสนใจของผู้เรียนเป็นรายบุคคลด้วยแล้ว ก็จะทำให้การเรียนรู้ที่น่าสนใจและมีความหมายต่อผู้เรียนมากขึ้นด้วย (Wilke & Straits, 2005)

ความพยายามในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้มีการศึกษากันมาช้านาน (Bluhm, 1979) นักการศึกษาได้พยายามคิดค้นและออกแบบรูปแบบและวิธีการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปพร้อมๆ กับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีอยู่หลายวิธี ได้แก่ การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะ (Bybee et al., 2006) การเรียนรู้ผ่านการแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Chanchaichana & Saeng-Xuto, 2018) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Koocharoenpisal et al., 2016) การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Bell, 2010) การเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (Kijkuakul, 2015) และเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Prasertsan, 2012) เป็นต้น จะเห็นได้ว่ารูปแบบการเรียนรู้ที่ได้ยกตัวอย่างมาข้างต้นนั้นล้วนเป็นรูปแบบการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติทั้งสิ้น

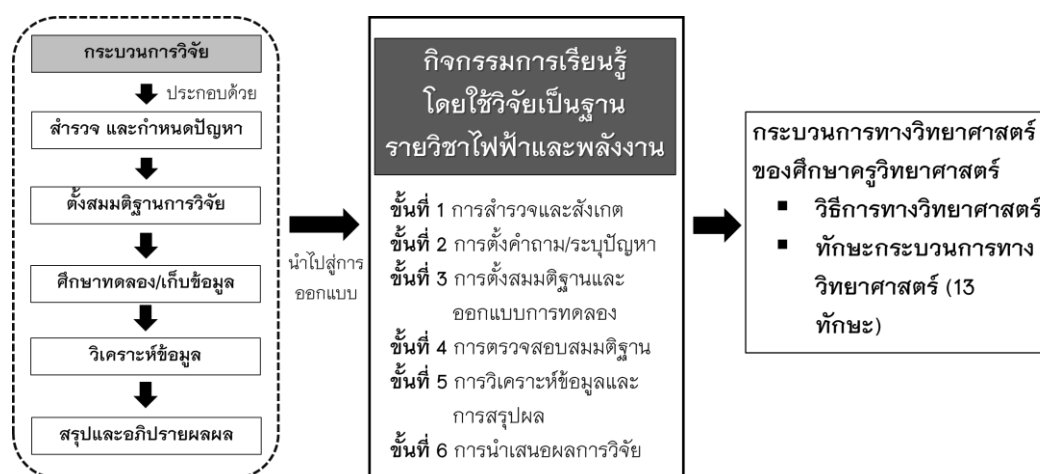
การเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning: RBL) เป็นการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) แบบหนึ่งที่นำเอาความรู้จากงานวิจัยและผลการวิจัยมาใช้ในการสอน หรือนำเอากระบวนการวิจัยมาเป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน (Tomasik et al., 2013) การจัดการเรียนรู้แบบ RBL นี้ ผู้เรียนจะได้รับการฝึกฝนกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (Chaidech et al., 2017) ได้เรียนรู้ด้วยการค้นคว้าที่เกิดจากประสบการณ์ตรงทั้งในและนอกห้องเรียน (Tomasik et al., 2014) ผ่านกระบวนการคิดในหลายรูปแบบ แล้วจึงสรุปมาเป็นองค์ความรู้ของตนเอง ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากประสบการณ์ในขณะทีลงมือปฏิบัติ (Educative Experiences) และได้พัฒนาทักษะต่างๆ (Dewey as cited in Howes, 2008) ผู้เรียนจะถูกผลักดันให้เกิดการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยอัตโนมัติควบคู่ไปกับการทำกิจกรรมการรู้นั้น ขณะเดียวกัน ผู้เรียนก็จะได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชาจากความคิดรวบยอดที่ผู้เรียนได้วิเคราะห์และสรุปจากประสบการณ์นั่นเอง (Prasertsan, 2012)

การจัดการเรียนรู้แบบ RBL สามารถช่วยพัฒนาทักษะการออกแบบการทดลอง (Experimental Designing Skill) และทักษะการแปลความหมายข้อมูล (Interpreting Data Skill) (Winkelmann et al., 2015) และพัฒนาทักษะการอภิปรายอย่างมี

วิจารณ์ญาณ (Johnson et al., 2010) อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมและพัฒนาความรู้ความสามารถในการทำวิจัย (Hsieh et al., 2016; Tomasik et al., 2013) ให้แก่ผู้เรียนอีกด้วย ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานจึงเหมาะที่จะนำมาใช้จัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ของผู้เรียนเป็นอย่างยิ่ง

จากประสบการณ์ของผู้วิจัยในฐานะอาจารย์ผู้สอนในหลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ พบว่า นักศึกษาคณะครุศาสตร์ส่วนใหญ่ยังขาดสมรรถนะในการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักศึกษาคณะครุศาสตร์จึงจำเป็นต้องรู้จักและเข้าใจวิธีการเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างถ่องแท้ก่อนที่จะก้าวออกไปประกอบอาชีพครุศาสตร์อย่างมีอาชีพในอนาคต สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ittichinnapat et al. (2016) ที่พบว่า ปัญหาการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษาคณะครุศาสตร์ระดับปริญญาตรีคือผู้เรียนขาดทักษะในการปฏิบัติ ทักษะการวิจัย ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลขและทักษะการสื่อสาร

จากแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความตั้งใจและมุ่งหวังที่จะพัฒนานักศึกษาคณะครุศาสตร์ของหลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีให้มีความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานมาเป็นแนวคิดในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาไฟฟ้าและพลังงานเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักศึกษาคณะครุศาสตร์ โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังแผนภาพในภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานสำหรับรายวิชาไฟฟ้าและพลังงานที่ใช้พัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษาคณะครุศาสตร์
2. เพื่อศึกษาผลของการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานในการพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักศึกษาคณะครุศาสตร์
3. เพื่อศึกษาผลการสะท้อนความรู้สึกและความพึงพอใจของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานรายวิชาไฟฟ้าและพลังงาน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 ของหลักสูตร สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ภาคปกติ จำนวน 44 คน ที่ถูกสุ่มมาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) จากนักศึกษาในหลักสูตรทั้งหมด 10 กลุ่มเรียน จำนวนทั้งสิ้น 237 คน โดยใช้วิธีการจับฉลากกลุ่มเรียน นักศึกษาในกลุ่มนี้เป็นนักศึกษาที่ไม่มีพื้นฐานการวิจัย หรือไม่เคยลงทะเบียนเรียนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยมาก่อน

2. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed Method Research) (Johnson et al., 2007) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบรองรับภายใน (Embedded Design) ที่มีการเก็บข้อมูลแบ่งเป็น 2 ระยะ (Sequential Design) และนำผลการวิจัยมาวิเคราะห์และสรุปร่วมกัน (Schoonenboom & Johnson, 2017) ดังนี้

QAUN → (QUAN + QUAL)

ระยะที่ 1 เป็นการศึกษาเชิงปริมาณ (QAUN) ของผลการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

ระยะที่ 2 เป็นการศึกษาข้อมูลเชิงปริมาณ (QAUN) และเชิงคุณภาพ (QAU) ด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่แสดงออกถึงการเรียนรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงความพึงพอใจของผู้เรียน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ 1) แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL วิชาไฟฟ้าและพลังงาน ที่เป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ และ 2) แบบประเมินรายงานการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นแบบมาตรประมาณค่า 4 ระดับ ค่าคะแนนต่ำสุดเป็น 1 คะแนน และคะแนนสูงสุดเป็น 4 คะแนน

3.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพ ใช้ตัวผู้วิจัยเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล (Kijkuakul, 2018)

4. วิธีการดำเนินงาน การเก็บรวบรวม และการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา หลักการและกรอบแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน และนำมาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้วิจัยเป็นฐาน และสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาไฟฟ้าและพลังงาน (มคอ. 3) จำนวน 1 แผน จากนั้นส่งแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสม โดยใช้แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ จากนั้นผู้วิจัยนั้นปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบตามแผนจัดการเรียนรู้ (มคอ. 3)

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยและผู้วิจัยร่วมอีกหนึ่งคนตรวจประเมินรายงานการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของนักศึกษาแต่ละกลุ่ม โดยใช้แบบประเมินรายงานการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน และเชิญผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอกอีก 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ในการทำวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์มาเป็นผู้ตรวจประเมินให้คะแนนรายงานนี้ด้วย ข้อมูลถูกวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกมาเป็นค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยจะรวบรวมจากเอกสารที่นักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างยินดีให้ข้อมูล ประกอบด้วย ใบงาน ชิ้นงาน สมุดบันทึกผลการทดลอง และรายงานผลการวิจัยของนักศึกษา ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการให้รหัสข้อมูล (Coding) กลุ่มตัวอย่างของนักศึกษาที่ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม จำนวน 12 กลุ่ม เรียงจากรหัสหมายเลข R01 ถึง R012 และวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและนำเสนอข้อมูลในเชิงคุณภาพ ได้แก่ การหารูปแบบพฤติกรรม การจัดจำแนก การบรรยายสถานการณ์ตีความหมาย การยกตัวอย่างข้อความหรือคำพูด เป็นต้น

ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ในรายวิชาไฟฟ้าและพลังงานที่ผู้วิจัยออกแบบและสร้างขึ้น ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ 1) การสำรวจและสังเกต 2) การตั้งคำถาม/ระบุปัญหา 3) การตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง 4) การตรวจสอบสมมติฐาน 5) การวิเคราะห์ข้อมูลและการสรุปผล และ 6) การนำเสนอผลการวิจัย โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 6 ขั้นตอนเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ จากนั้นผู้วิจัยนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปตรวจพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน รายวิชาไฟฟ้าและพลังงานมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.74$, $S.D. = 0.36$) หมายความว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน รายวิชาไฟฟ้าและพลังงานมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด รายละเอียดของกิจกรรมการเรียนรู้แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานในรายวิชาไฟฟ้าและพลังงาน

สัปดาห์	ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL	กิจกรรมการเรียนรู้
1	ขั้นที่ 1 การสำรวจและสังเกต	- แบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่ม 7 กลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน ตามหัวข้อดังต่อไปนี้ 1) พลังงานนิวเคลียร์ 2) พลังงานลม 3) พลังงานชีวมวลและเชื้อเพลิงชีวภาพ 4) พลังงานแสงอาทิตย์ 5) พลังงานความร้อนใต้พิภพ 6) พลังงานน้ำ และ 7) พลังงานมหาสมุทร - นักศึกษาแต่ละกลุ่มสำรวจพื้นที่ชุมชนในท้องถิ่น และสืบค้นหรือหาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย เพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามวิจัยสำหรับการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน
2	ขั้นที่ 2 การตั้งคำถาม/ระบุปัญหา	- นักศึกษาแต่ละกลุ่มสรุปประเด็นตั้งคำถามวิจัย พร้อมทั้งตั้งชื่อหัวข้อวิจัย - นักศึกษาแต่ละกลุ่มนำเสนอหัวข้อวิจัย และคำถามการวิจัย - ผู้สอนสะท้อนและให้ข้อเสนอแนะในการหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำไปใช้สร้างกรอบแนวคิดในการตั้งสมมติฐานการวิจัย
3	ขั้นที่ 3 การตั้ง สมมติฐานและออกแบบการทดลอง	- นักศึกษากำหนดสมมติฐานและตัวแปรในการศึกษา/การทดลอง - นักศึกษานำเสนอสมมติฐานและตัวแปรในการศึกษา และออกแบบวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน - ผู้สอนนำสู่การอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน และเพื่อน ๆ ในชั้นเรียนร่วมกันสะท้อนพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ
4 - 8	ขั้นที่ 4 การตรวจ สอบสมมติฐาน	- นักศึกษาลงมือสำรวจ ทดลองและเก็บข้อมูลตามหัวข้อวิจัยของแต่ละกลุ่มอย่างอิสระ โดยมีอาจารย์ผู้สอนจะทำหน้าที่ให้คำปรึกษา (Coaching) ให้กับนักศึกษาแต่ละกลุ่มตามวันและเวลาที่มีการนัดหมายล่วงหน้า หรือทางสื่อออนไลน์
9	ขั้นที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและการสรุปผล	- นักศึกษานำผลการทดลองหรือผลการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ และแปลความหมายข้อมูล พร้อมทั้งจัดกระทำข้อมูลเพื่อสื่อความหมายข้อมูล - นักศึกษาสรุปผลการทดลอง/สรุปผลการวิจัย
10	ขั้นที่ 6 การนำเสนอผลการวิจัย	- นักศึกษาเตรียมข้อมูล/เขียนรายงานการวิจัย และเตรียมนำเสนอผลการศึกษารับรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

สัปดาห์	ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL	กิจกรรมการเรียนรู้
11 - 12	ขั้นที่ 6 การนำเสนอผลการวิจัย (ต่อ)	- นักศึกษาทุกกลุ่มออกมานำเสนอผลการศึกษาเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน กลุ่มละ 20-30 นาที - ผู้สอนและเพื่อน ๆ ในชั้นเรียนร่วมกันซักถาม/อภิปรายโดยใช้เหตุ-ผล ให้ข้อเสนอแนะอย่างสร้างสรรค์ ประมาณ 10 นาที - นักศึกษาส่งรายงานการวิจัยในรูปแบบที่กำหนด

2. ผลการประเมินกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการตรวจรายงานการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

งานวิจัยในส่วนนี้ ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างหลังจากที่นักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างได้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ของกลุ่มตนเองเสร็จสิ้นลงไปแล้ว ผู้วิจัยทำการประเมินนักศึกษากลุ่มตัวอย่างเป็นรายกลุ่ม โดยใช้แบบประเมินรายงานการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานที่ได้รับการตรวจสอบความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญมาแล้ว (IOC = 0.84) ซึ่งมีรายการในการประเมินกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 9 รายการ ได้แก่ 1) การสำรวจ/สังเกต 2) การตั้งคำถามหรือระบุปัญหา 3) การศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หรือเอกสารอ้างอิง 4) การกำหนดสมมติฐาน 5) การวางแผน การออกแบบวิธีการหรือวิธีทดลอง 6) การดำเนินการทดลอง/ศึกษาพิสูจน์เพื่อหาคำตอบ 7) การวิเคราะห์ข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล และการอภิปรายผล 8) การสรุปผล และ 9) การเขียนเพื่อรายงาน สื่อสาร หรือนำเสนอผลการศึกษา ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงออกมาเป็นค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ผลการประเมินกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากรายงานการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.
1. การสำรวจ/สังเกต	2.9	0.28
2. การตั้งคำถาม หรือระบุปัญหา	3.3	0.14
3. การศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูล ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หรือเอกสารอ้างอิง	3.1	0.18
4. การกำหนดสมมติฐาน	3.3	0.21
5. การวางแผน การออกแบบวิธีการหรือวิธีทดลอง	3.1	0.16
6. การดำเนินการทดลอง/ศึกษาพิสูจน์เพื่อหาคำตอบ	3.3	0.13
7. การวิเคราะห์ข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล และการอภิปรายผล	3.1	0.18
8. การสรุปผล	3.3	0.21
9. การเขียนเพื่อรายงาน สื่อสาร หรือนำเสนอผลการศึกษา	3.2	0.20
คะแนนเฉลี่ยรวมทุกรายการ	3.2	0.11

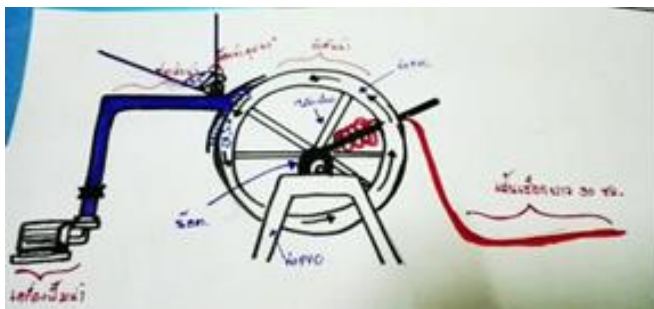
ในส่วนต่อมาเป็นผลการวิจัยเชิงคุณภาพที่ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบอุปนัยเพื่อตรวจสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง แสดงในตาราง 3 โดยจะพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักศึกษาทุกกลุ่มได้รับการพัฒนาให้เกิดขึ้นในระหว่างการศึกษาปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ตาราง 3 แผนผังแสดงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาที่ได้จากการเก็บข้อมูลจากหลักฐานชิ้นงานของนักศึกษา

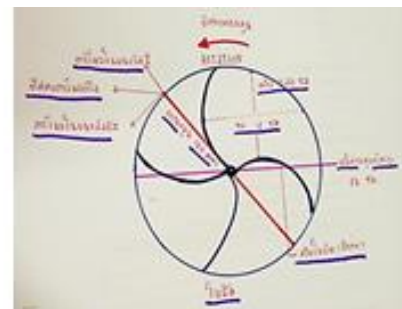
กลุ่ม นักศึกษา	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
R01	✓	✓				✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
R02	✓	✓				✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
R03	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
R04	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
R05	✓	✓				✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
R06	✓	✓	✓			✓	✓		✓		✓	✓	✓
R07	✓	✓				✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
R08	✓	✓				✓	✓		✓		✓	✓	✓
R09	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
R10	✓	✓				✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
R11	✓		✓	✓		✓	✓		✓				✓
R12	✓		✓			✓			✓				✓
ความถี่	12	10	6	1	2	12	11	7	12	1	10	10	12
ร้อยละ	100.0	83.3	50.0	8.3	16.7	100.0	91.7	58.3	100.0	8.3	83.3	83.3	100.0

หมายเหตุ: ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะในตาราง เรียงตามลำดับหมายเลข ดังนี้ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการคำนวณ 4) ทักษะการจำแนกประเภท 5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา 6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 7) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 8) ทักษะการพยากรณ์ 9) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 10) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 11) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 12) ทักษะการทดลอง และ 13) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักศึกษาได้รับการฝึกและพัฒนาอย่างชัดเจนจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานก็คือทักษะการทดลอง เนื่องจากการเรียนรู้ในลักษณะนี้นักศึกษาจะถูกฝึกให้ช่วยกันคิดอย่างเต็มที่ เพราะการศึกษาค้นคว้าทดลองของแต่ละกลุ่มจะศึกษาแตกต่างกันไปตามปัญหาการวิจัยของแต่ละกลุ่มกำหนด จึงไม่มีการลอกเลียน หรือไม่มีใครคัดลอกจากกลุ่มอื่นได้ ในสถานการณ์เช่นนี้นักศึกษาจึงถูกผลักดันให้แสดงศักยภาพในการคิด การออกแบบ ทักษะการ เลือกใช้เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ ด้วยตนเอง ซึ่งแตกต่างจากการเรียนในรายวิชาปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ที่ส่วนใหญ่จะมีคู่มือหรืออุปกรณ์ เครื่องมือ และลำดับวิธีการทดลองไว้อย่างชัดเจนแล้ว ผู้เรียนเพียงแต่ปฏิบัติตามขั้นตอนเหล่านั้น โดยใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่กำหนดให้เท่านั้น ตัวอย่างการออกแบบการทดลองของนักศึกษาแสดงดังภาพ 2



(ก)



(ข)

ภาพ 2 ตัวอย่างการออกแบบการทดลอง (ก) แผนผังการจัดวางอุปกรณ์กลุ่ม R03 (ข) แบบร่างใบพัดที่ใช้ในการทดลองกลุ่ม R05

3. ผลการสะท้อนความรู้สึกรู้สึกจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ของนักศึกษา

ผู้วิจัยได้ร้องขอให้นักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างได้ร่วมกันเขียนสะท้อนความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้ไว้ท้ายเอกสารรายงานการเรียนรู้ของนักศึกษาแต่ละกลุ่ม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าไม่มีนักศึกษากลุ่มใดเลยที่แสดงความคิดเห็นในเชิงลบ ในทางตรงกันข้ามกลับพบว่านักศึกษาทั้ง 12 กลุ่มสะท้อนถึงประโยชน์และประสบการณ์ที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ในเชิงบวก ผู้วิจัยสรุปได้เป็น 8 ประเด็น คือ

3.1 การสะท้อนถึงการเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักที่สำคัญที่ผู้วิจัยตั้งใจออกแบบกิจกรรมและใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL นี้ในการพัฒนานักศึกษาตัวอย่าง ข้อความที่แสดงถึงการสะท้อนในประเด็นดังกล่าวนี้ เช่น “...ได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จริง อาทิ ทักษะการสังเกต ที่ใช้เยอะที่สุดในการลงสำรวจ ทักษะการวัด ที่ฝึกการเลือกและการใช้เครื่องมือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ตลอดจนทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป...” (R08)

3.2 การสะท้อนประโยชน์ที่ได้รับของการใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนรู้ ว่ากิจกรรมนี้ช่วยให้พวกเขาได้ฝึกการทำวิจัย ได้เรียนรู้ขั้นตอน และกระบวนการในการทำวิจัย ทั้งยังเป็นประโยชน์สำหรับการทำวิจัยในอนาคตอีกด้วย ตัวอย่างข้อความที่นักศึกษาได้สะท้อนออกมา เช่น “...เราได้ประสบการณ์วิธีการแสวงหาความรู้อย่างมีระเบียบแบบแผน มีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นระบบ...” (R07) “...การทำโครงงานฐานวิจัยในครั้งนี้ทำให้เข้าใจรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการทำวิจัยเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้รู้เทคนิคและแนวทางในการใช้เครื่องมือในการออกแบบวิจัย...” (R011)

3.3 การสะท้อนได้เรียนรู้สิ่งใหม่ๆ นักศึกษาได้แสดงข้อความการสะท้อนถึงสิ่งที่พวกเขาไม่เคยได้เจอหรือไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อนในชีวิต แต่ได้รับประสบการณ์ใหม่ ๆ เหล่านั้นจากกิจกรรมการเรียนรู้ ตัวอย่างเช่น “การทำวิจัยครั้งนี้เป็นการเรียนที่เปิดโอกาสให้ได้เรียนรู้ในเรื่องที่สนใจ ได้ลงมือปฏิบัติจริง และได้เรียนรู้ในสิ่งใหม่ ได้ทำวิจัยเป็นครั้งแรกในชีวิต และได้ลองใช้เครื่องทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่เคยรู้จักและไม่เคยได้ใช้มาก่อน...” (R01) “โครงงานฐานวิจัยเป็นสิ่งที่แปลกใหม่สำหรับเรา การที่ได้ศึกษาทดลอง ลองผิดลองถูกทำให้เราได้ความรู้ใหม่ๆ เพิ่มมากขึ้น...” (R05)

3.4 การสะท้อนถึงการได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของงานวิจัยนี้ เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการคิดและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองจนค้นพบคำตอบและรู้แจ้งในสิ่งที่ศึกษา ตัวอย่างข้อความการสะท้อนของนักศึกษา เช่น “...ได้ลองทดลองปฏิบัติจริง ด้วยตนเอง ทำให้เข้าใจเรื่องที่ศึกษาได้ดียิ่งขึ้น...” (R02) “...ได้รับประสบการณ์ตรงจากการออกไปสำรวจและเรียนรู้ด้วยตนเอง ถือเป็นการเรียนรู้ที่คุ้มค่าและเป็นประโยชน์อย่างมาก” (R08)

3.5 การสะท้อนที่ได้แสดงถึงการได้คิดและการแก้ปัญหา นักศึกษาส่วนหนึ่งได้สะท้อนว่าพวกเขาต้องคิดอยู่ตลอดเวลา ในระหว่างที่ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้นี้ ทั้งยังต้องหาวิธีในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และปัญหาเฉพาะหน้าขณะกำลังมือปฏิบัติหรือทำการทดลอง เช่น “...จากการลงพื้นที่วิจัยครั้งนั้นทำให้ได้เรียนรู้ถึงข้อผิดพลาดและอุปสรรคของการทำวิจัย และได้รับการช่วยเหลือจากเพื่อนต่างคณะ ซึ่งทำให้เกิดการคิดและการแก้ปัญหาได้ดี...” (R01) “...การได้ลงมือปฏิบัติก็ช่วยให้เราได้พัฒนาตนเองในเรื่องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และช่วยฝึกการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าอย่างมีสติ มีเหตุมีผลที่รับมือกับมันได้...” (R05)

3.6 การสะท้อนถึงการได้รู้จักวางแผนการทำงาน และการทำงานร่วมกันเป็นทีม ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ปรากฏขึ้นอย่างชัดเจนในกลุ่มของนักศึกษาทุกกลุ่ม ตัวอย่างเช่น “ได้เรียนรู้การวางแผนการทำงาน ช่วยให้การทำงานเป็นระบบที่ดี มีการแบ่งงานตามหน้าที่และความรับผิดชอบทำให้งานบรรลุเป้าหมายตามที่กลุ่มและทีมงานรับผิดชอบ ช่วยให้มีผู้นำหลักมนุษยสัมพันธ์มาใช้ในกลุ่ม เช่น การรู้เรา รู้เขา เอาใจเขามาใส่ใจเรา งานของกลุ่มจะดำเนินไปด้วยดี ช่วยให้เกิดรู้สึกสามัคคีระหว่างสมาชิกของกลุ่มในการทำงานให้ประสานสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน” (R09)

3.7 สะท้อนถึงการเสริมสร้างคุณลักษณะนิสัยที่ดีที่เกิดขึ้นในตัวนักศึกษา คุณลักษณะในข้อนี้เป็นคุณลักษณะของพฤติกรรมที่เป็นพฤติกรรมอันพึงประสงค์ที่ควรฝึกให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนในทุกระดับช่วงชั้น และเป็นคุณลักษณะที่ส่งเสริมการพลเมืองที่ดี

ตัวอย่างเช่น “...ทำให้เราเป็นคนไม่ประมาท รอบคอบ มีการวางแผน รู้จักการใฝ่รู้ เป็นคนที่รู้จักหน้าที่ของตนเอง มีความรับผิดชอบ...” (R02)

3.8 การสะท้อนถึงความมานะ ความอดทน และความพยายามในการทำงานให้สำเร็จ การสะท้อนในประเด็นนี้เป็นผลมาจากการทำงานร่วมกันเป็นทีม และการได้เผชิญกับปัญหาระหว่างการดำเนินกิจกรรม อาทิ เช่น “...การทำวิจัยนี้เป็นเรื่องยาก แต่เขาก็พยายามทำให้ดีที่สุด แม้จะมีความลำบากในการจัดหาอุปกรณ์ในการทดลองที่มีอยู่อย่างจำกัด...” (R02)

การอภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการวิจัยในการออกแบบและสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ในรายวิชาไฟฟ้าและพลังงานนั้น แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมานี้มีความสอดคล้องกับกระบวนการวิจัย และมีความสอดคล้องกับกระบวนการแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์หรือที่เรียกว่า “วิธีการทางวิทยาศาสตร์” (Wilke & Straits, 2005; Wilson & Rigakos, 2016) โดยกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 6 ขั้นตอนเอื้อให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการวิจัยอย่างเต็มที่ ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากประสบการณ์ในขณะที่ลงมือปฏิบัติ พร้อมทั้งได้พัฒนาทักษะต่างๆ ในระหว่างการเรียนรู้นั้น (Dewey as cited in Howes, 2008)

2. ผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง บ่งชี้ว่ากิจกรรมดังกล่าวได้ช่วยส่งเสริมกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยการคิดอย่างเป็นระบบ (Chaidech et al., 2017) และในระหว่างกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นนั้นผู้เรียนจะถูกผลักดันให้เกิดการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยอัตโนมัติ (Prasertsan, 2012) นอกจากนี้ การที่นักศึกษาทำการทดลองผิดพลาดและต้องคิดแก้ปัญหาครั้งแล้วครั้งเล่าก็จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็น “วิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์” (Faikhamta, 2016) ว่าการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาความรู้หรือหาคำตอบในแต่ละปรากฏการณ์นั้นไม่จำเป็นต้องมีขั้นตอนที่ตายตัว แต่จะขึ้นอยู่กับสถานการณ์และข้อมูลที่มีอยู่ ณ ขณะนั้น (Ongoing) (Chamrat et al., 2009; Wilson & Rigakos, 2016) อย่างไรก็ตาม การที่ทักษะการสำรวจและสังเกตเป็นทักษะที่นักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนต่ำกว่าทักษะอื่นๆ อาจเนื่องมาจากนักศึกษาส่วนใหญ่ยังไม่ได้มีการแสดงข้อมูล หลักฐาน หรือผลการสำรวจแหล่งข้อมูลปฐมภูมิที่แสดงให้เห็นถึงสถานการณ์ หรือสภาพจริงของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่สามารถกระตุ้นการสร้างคำถามหรือระบุปัญหาที่ชัดเจน ซึ่งจุดนี้เป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการทำวิจัย

3. กิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการรายงานผลวิจัย หรือนำเสนอข้อมูลการวิจัยที่ค้นพบจากกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ว่า ส่วนหนึ่งของกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์คือการนำเสนอผลงานหรือการอธิบายผลการศึกษาค้นพบต่อสาธารณชน ดังนั้นนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์จึงควรได้รับส่งเสริมและการฝึกฝนในการนำเสนอสื่อสารข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ (Science Communication) (Chamrat et al., 2009) ด้วย

4. ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง ดังที่ปรากฏในตาราง 3 อธิบายได้ว่านักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ในรายวิชาไฟฟ้าและพลังงานนี้ได้แสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ที่มีการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกือบทุกด้าน อย่างไรก็ตาม ทักษะที่ปรากฏให้เห็นว่ายังมีการพัฒนาได้น้อยมากในนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง คือ ทักษะการจำแนก ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมสเปสและสเปกตรัมเวลา และทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยมีความเห็นว่าปัจจัยที่มีผลทำให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกหรือพัฒนากระบวนการทักษะกระบวนการทั้งสองประเภทนี้ในระดับน้อยมีอยู่ 3 ประการ คือ

1) หัวข้อวิจัยและเนื้อหาสาระของรายวิชา เนื่องจากนักศึกษาแต่ละกลุ่มจะถูกกำหนดให้เลือกหัวข้อที่เกี่ยวกับเนื้อหาของรายวิชากลุ่มละ 1 หัวข้อจากหัวข้อที่ผู้สอนกำหนดมาให้ 7 หัวข้อ ทำให้ขอบเขตของการศึกษาวิจัยของนักศึกษาถูกจำกัดแคบลงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ แม่นักศึกษากลุ่มตัวอย่างจะได้รับอิสระให้เป็นผู้กำหนดคำถามวิจัยและหัวข้อวิจัยด้วยตนเอง แต่ผู้วิจัยก็ไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้าว่าคำถามวิจัยหรือหัวข้อวิจัยที่นักศึกษาเลือกมานั้นจะช่วยให้นักศึกษาได้ฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 13 ทักษะหรือไม่ ดังนั้นด้วยข้อจำกัดดังกล่าวจึงเป็นข้อจำกัดที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ในการวิจัยครั้งนี้

2) พื้นภูมิหลังความรู้ (Background Knowledge) ของนักศึกษา จากข้อมูลพื้นฐานของนักศึกษาที่ผู้วิจัยได้รับทราบมาในฐานะที่ผู้วิจัยเป็นอาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาและเป็นกรรมการบริหารหลักสูตร พบว่าคุณลักษณะของนักศึกษาโดยทั่วไปจะมีความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge) ในระดับที่ค่อนข้างอ่อน โดยเฉพาะเนื้อหาด้านวิชาฟิสิกส์ อันจะส่งผลโดยตรงต่อความสนใจและการเลือกคำถามวิจัยหรือการเลือกหัวข้อวิจัยของนักศึกษา โดยนักศึกษามักจะหลีกเลี่ยงการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ สาเหตุดังกล่าวนี้ส่งผลให้ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ซึ่งเป็นทักษะที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับฟิสิกส์โดยตรงนั้นได้รับการกระตุ้นให้มีการพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักศึกษาได้น้อย

3) ประสบการณ์เดิมของนักศึกษาถูกกำหนดให้เรียนรู้วิธีการทดลองทางวิทยาศาสตร์ตามแบบแผนหรือขั้นตอนที่ออกแบบมาไว้สำเร็จแล้ว โดยมีนิยามเชิงปฏิบัติการของการทดลองแต่ละการทดลองไว้แล้ว ตัวอย่างเช่น การทดลองในรายวิชาปฏิบัติการในมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่จะให้นักศึกษาปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนในคู่มือ ดังนั้น เมื่อนักศึกษาได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ซึ่งไม่มีคู่มือหรือขั้นตอนให้ปฏิบัติตาม หากแต่ต้องคิดและออกแบบการทดลองด้วยตนเอง นักศึกษาจึงไม่รู้จักรูปวิธีการที่จะกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของการทดลองของตนเอง

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ข้อจำกัดในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับการทำวิจัยครั้งนี้ คือ เมื่อนักศึกษาได้มีการลงพื้นที่สำรวจและสังเกต ณ พื้นที่หนึ่งๆ พร้อมทั้งได้ตั้งคำถามการวิจัยและได้วางแผนการดำเนินงานวิจัยไปแล้ว แต่เมื่อผ่านไประยะเวลาหนึ่ง นักศึกษากลุ่มดังกล่าวกลับพบว่าไม่สามารถกลับไปลงพื้นที่ดังกล่าวอีกครั้งเพื่อเก็บข้อมูลการวิจัยได้ ทำให้นักศึกษาต้องเปลี่ยนหัวข้อวิจัยกะทันหันเมื่อใกล้จะสิ้นสุดแผนการทำกิจกรรมในรายวิชา ส่งผลให้กระบวนการสืบค้นข้อมูลและการค้นคว้าหาแนวคิดเพื่อตั้งเป็นสมมติฐานใหม่จึงไม่มีความรัดกุมรอบคอบเท่าที่ควร ดังนั้น การลดข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นดังกล่าว ผู้วิจัยขอเสนอว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานในครั้งต่อไป ผู้สอนควรแทรกกิจกรรมการนำเสนอเค้าโครงการวิจัยเพิ่มเติมขึ้นมา เพื่อให้ผู้สอนและเพื่อนๆ ในชั้นเรียนได้ร่วมกันอภิปรายถึงความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติจริงและความเป็นไปได้ของการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ ทั้งนี้ เพื่อให้กลุ่มนักศึกษาเกิดความมั่นใจและยืนยันแนวทางการดำเนินงานที่จะลดโอกาสเกิดความล้มเหลวที่ทำให้ต้องเปลี่ยนแปลงหัวข้อวิจัยใหม่กลางคัน และผู้สอนควรกำหนดภาระงานและช่วงเวลาในการติดตามความก้าวหน้าของนักศึกษาเป็นระยะด้วย

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยการทำงานเป็นกลุ่ม เนื่องจากผู้วิจัยได้ยึดหลักการพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ด้วยการให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการทำงานเป็นทีม (Collaborative Skill) และฝึกทักษะการสื่อสารในการทำงานร่วมกับผู้อื่น (Communication Skill) ไปพร้อมๆ กันด้วย ส่งผลให้การประเมินชิ้นงาน รายงาน หรือแม้แต่กระบวนการวิจัยต้องมีการประเมินแบบรายกลุ่ม โดยยึดถือหลักของความไว้วางใจว่านักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เป็นสมาชิกภายในกลุ่มจะมีการแบ่งงานและช่วยเหลือกันทำงานอย่างเท่าเทียมและทั่วถึง แม้ว่าในความเป็นจริงแล้ว สมาชิกบางคนภายในกลุ่มอาจจะไม่ได้ฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางประเด็นหรือบางขั้นตอน ดังนั้น ในการวิจัยหรือศึกษาเพื่อต่อยอดงานวิจัยนี้ต่อไป ควรออกแบบวิธีวัดและประเมินผลนักศึกษากลุ่มตัวอย่างเป็นรายบุคคลร่วมกับการประเมินเป็นกลุ่ม เพื่อให้ผลการวิจัยสะท้อนภาพที่ชัดเจนและสร้างองค์ความรู้ในเชิงลึกต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก งบประมาณเงินกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

References

- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1967). *Science – A process approach*. Washington, DC: AAAS.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: skills for the future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies*, 83(2), 39-43.
- Bluhm, W. J. (1979). The effect of science process skill instruction on preservice elementary teachers' knowledge of, ability to use, ability to sequence science process skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 16(5), 427-432.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardne, A., Scotter, P. V., Powell, J. C., Westbrook, A., & et al. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origin and effectiveness*. Colorado Spring: BSCS.
- Chaidech, T., Chanunan, S., & Chaiyasit, W. C. (2016). Development of collaborative problem solving competency using research-based learning according to STEM education in fossil fuels and products. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 8(1), 51-66. [in Thai]
- Chamrat, S., Yutakom, N., & Chaiso, P. (2009). Grade 10 science students's understanding of the nature of science. *KKU Research Journal*, 14(4), 360-374. [in Thai]
- Chanchaichana, S., & Saeng-Xuto, V. (2018). Effect of instruction with science shows to promote science process skills of prathomsuksa 6 students. *Journal of Education Naresuan University*, 20(4), 219-229. [in Thai]
- Faikhamta, C. (2016). PSMT pre-service science teachers' understandings of nature of science. *Journal of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus*, 27(2), 21-37. [in Thai]
- Hsieh, S. I., Hsu, L. L., & Huang, T. H. (2016). The effect of integrating constructivist and evidence-based practice on baccalaureate nursing student's cognitive load and learning performance in a research course. *Nurse Education Today*, 42 (Supplement C), 1-8.
- Howes, E. V. (2008). Educative experiences and early childhood science education: A Deweyan perspective on learning to observe. *Teaching and Teacher Education*, 24(3), 536-549.
- Ittichinnapat, J. Piromjitpong, S., & Sawadthaisong, N. (2016). The research-based learning model into development preferable numerical analysis skills, communication and information technology skills faculty of bachelor's degree for Rajabhat Institute Instructors. *NRRU Community Research Journal*, 10(3), 142-153.
- Johnson, N., List-Ivankovic, J., Eboh, W. O., Ireland, J., Adams, D., Mowatt, E., & Martindale, S. (2010). Research and evidence based practice: Using a blended approach to teaching and learning in undergraduate nurse education. *Nurse Education in Practice*, 10(1), 43-47.
- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J., & Turner, L. A. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 112-133.
- Kijkuakul, S. (2015). STEM Education. *Journal of Education Naresuan University*, 17(2), 201-207. [in Thai]
- Kijkuakul, S. (2018). Qualitative research: A distinguished paradigm and misconceptions. *Journal of Education Naresuan University*, 20(1), 272-283. [in Thai]

- Koocharoenpisal, N., Butniam, N., Jaroensiri, N., & Somjaroen, W. (2016). The effect of utilizing the problem-based learning activity packages on pollution for lower secondary students. *Journal of Education Naresuan University*, 18(4), 40-55. [in Thai]
- Prasertsan, S. (2012). *Research-based learning: A new learning paradigm of thailand education*. Bangkok: The Thailand Research Fund. [in Thai]
- Schoonenboom, J., & Johnson, R. B. (2017). How to construct a mixed methods research design. *KZfSS Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 69(2), 107-131.
- Tomasik, J. H., Cottone, K. E., Heethuis, M. T., & Mueller, A. (2013). Development and preliminary impacts of the implementation of an authentic research-based experiment in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 90, 1155–1161.
- Tomasik, J. H., LeCaptain, D., Murphy, S., Martin, M., Knight, R. M., Harke, M. A., Burke, R., Beck, K., & Acevedo-Polakovich, I. D. (2014). Island explorations: Discovering effects of environmental research-based lab activities on analytical chemistry students. *Journal of Chemical Education*, 91(11), 1887-1894. <https://doi.org/10.1021/ed5000313>
- Wilke, R. R., & Straits, W. J. (2005). Practical advice for teaching inquiry-based science process skills in the biological science. *The American Biology Teacher*, 67(9), 534-540.
- Wilson, K. J., & Rigakos, B. (2016). Scientific process flowchart assessment (SPFA): A method for evaluating changes in understanding and visualization of the scientific process in a multidisciplinary student population. *CBE-Life Sciences Education*, 15(4), 1-14.
- Winkelmann, K., Baloga, M., Marcinkowski, T., Giannoulis, C., Anquandah, G., & Cohen, P. (2015). Improving students' inquiry skills and self-efficacy through research-inspired modules in the general chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 92, 247–255.

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

THE DEVELOPMENT OF SMALL-SCALE SCIENCE LABORATORY DIRECTIONS ON ACID-BASE FOR ELEVENTH GRADE STUDENTS

Received: June 18, 2019

Revised: August 7, 2019

Accepted: August 13, 2019

พิจมณัฐ สิ้นประเสริฐรัตน์^{1*} เชษฐ ศิริสวัสดิ์² และภัทรกร ชัยประเสริฐ³

Phitchamon Sinptrsertrut^{1*} Chade Sirisawat² and Pattaraporn Chaiprasert³

^{1,2,3}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

^{1,2,3}Faculty of Education, Burapha University, Chonburi 20131, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: M.Pitchamon@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วน และพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ตามเกณฑ์ 70/70 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วนและหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี จำนวน 27 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) การทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent Samples) และการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (One Samples) ผลวิจัย พบว่า ชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 5 ชุดการทดลอง โดยนำไปใช้เป็นชุดการทดลองประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วนที่พัฒนาขึ้นจำนวน 6 บทปฏิบัติการซึ่งมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 73.18/74.81 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน ชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ กรด-เบส

Abstract

The objectives of this research were to develop small-scale chemistry experimental kits and small-scale science laboratory directions on acid-base for eleventh grade students has an efficiency with the criterion standard of 70/70, to compare learning achievement and scientific concepts of eleventh grade students before and after learning by using small-scale science laboratory directions on acid-base and after learning with criterion standard of 70%. The participants of this research were 27 eleventh grade students from medium-size secondary schools in Chonburi The research instruments consisted of the small-scale science laboratory directions on acid-base for eleventh grade students, the learning achievement test and the scientific concepts test on acid-base. The data were analyzed by means ($\bar{X}$), standard deviation (SD), t-test for dependent samples and t-test for one samples. The results indicated that the developing small-scale chemistry experimental kits on acid-base for eleventh grade students were comprised of 5 experimental kits used for 6 chapters in small-scale science laboratory directions which had an efficiency of 73.18/74.81 which was higher than the criterion standard of 70/70. the post-test mean scores of learning achievement of students after learning by using the small-scale science laboratory directions on acid-base were higher than pre-test and the post-test mean scores were higher than the criterion standard of 70% at .05 level and the scientific concepts of students after learning by using the small-scale science laboratory directions on acid-base were higher than before learning and the post-test mean scores were higher than the criterion standard of 70% at .05 level.

Keywords: Small-Scale Science Laboratory Directions, Small-Scale Chemistry Experimental Kits, Learning Achievement, Scientific Concepts, Acid-Base

บทนำ

วิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญของการศึกษาและการเรียนรู้ ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้เรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้นพร้อมทั้งนำความรู้ไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพและมีคุณธรรม (Ministry of Education, 2008, p. 23) ปัจจุบันการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีจุดประสงค์เพื่อเรียนรู้กลไกการทำงานของ วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติเป็นหลัก มีการลดทอนความรู้ที่ไม่จำเป็นต่อการเรียนรู้ มีการใช้กระบวนการสืบเสาะ (Inquiry) เป็นรากฐานของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Phomphisutthimas, 2013, p. 57) ผ่านกระบวนการสังเกต การสร้างสมมติฐาน การสำรวจ ตรวจสอบ การทำการทดลอง ตลอดจนการนำเสนอข้อสรุปที่ได้ ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้ และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้สามารถเชื่อมโยงความรู้ ประสบการณ์เดิมเข้ากับสิ่งที่ได้ เรียนรู้ใหม่ และก่อให้เกิดเป็นนวัตกรรมที่ถูกต้อง (Banthanachack, 2011, p. 103) โดยโดยสิ่งที่มีความจำเป็นต่อการจัดการเรียนรู้ใน วิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาคือการทำการทดลองหรืองานปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เพราะจุดมุ่งหมายของการสอน วิทยาศาสตร์ในระดับนี้ นอกจากมุ่งสอนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตแล้ว ยังมุ่งฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ มุ่งสร้างนิสัยในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาต่างๆ และมุ่งสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Laohaphaiboon, 1999, pp. 267-271) จะเห็นได้ว่า การทดลองหรือการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ ในสาขาวิชาเคมี เนื่องมาจากวิชาเคมีเป็นเนื้อหาที่มีความซับซ้อน เป็นนามธรรม ยากต่อการทำความเข้าใจ ดังนั้นในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้วิชาเคมีต้องอาศัยแบบจำลอง สัญลักษณ์ต่างๆ และการทดลองเข้ามาช่วยในการเรียนรู้ (Faikhamta, 2008)

เมื่อพิจารณาสมรรถภาพด้านการศึกษาของไทยในช่วงปีการศึกษา 2559-2561 ที่ผ่านมา จากผลการทดสอบทางการศึกษา ระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test: O-NET) ซึ่งเป็นการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ของนักเรียน

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั่วประเทศตั้งแต่ปีการศึกษา 2559-2561 วิชาวิทยาศาสตร์ สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร มีคะแนนเฉลี่ย 34.46, 26.32 และ 29.47 คะแนน ตามลำดับ (National Institute of Educational Testing Service (Public Organization), 2018) ซึ่งมีผลคะแนนอยู่ในระดับต่ำและไม่ถึงร้อยละ 50 ของคะแนนทั้งหมด จากผลคะแนนดังกล่าวเป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นว่าประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จในการจัดการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร ประกอบกับการศึกษา สังเกตชั้นเรียนวิชาเคมี โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี พบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการทดลองมีข้อจำกัดในเรื่องห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมีซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูง นอกจากนี้แล้วผู้สอนต้องใช้เวลาในการเตรียมการทดลอง และมีความกังวลในเรื่องของความเสี่ยงต่ออันตรายที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน เนื่องจากธรรมชาติของสารเคมีอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ตลอดเวลา ทำให้ผู้สอนส่วนใหญ่เลือกเน้นการสอนแบบบรรยายโดยมีครูเป็นศูนย์กลางของการสอน ผู้เรียนต้องนั่งฟังบรรยายแล้วจดจำความรู้และทำความเข้าใจในประเด็นเนื้อหาที่ผู้สอนกำลังบรรยาย จึงทำให้นักเรียนขาดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมและมีความเชื่อมโยงกับสภาพจริง นักเรียนส่วนใหญ่เรียนเคมีด้วยความไม่เข้าใจ เห็นเนื้อหาในวิชาเคมีเป็นเรื่องยากและไม่สนุก ส่งผลให้ผู้เรียนมีทัศนคติต่อวิชาเคมีมีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

จากการศึกษางานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ พบว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นนวัตกรรมด้านการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงผ่านการปฏิบัติการทดลอง บันทึก วิเคราะห์ และสรุปผล ช่วยในการพัฒนานิสัยของผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนได้เรียนรู้สิ่งที่เรียนรู้จากจากการทำการทดลอง การลงมือปฏิบัติ และแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง ดังนั้น การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Muchaman (2015) ที่ได้พัฒนาบทปฏิบัติการทดลอง เรื่อง แสงสีที่มองเห็นกับแสงสีที่ถูกดูดกลืนของสารประกอบเชิงซ้อนของทองแดง $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$ $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ และ $[Cu(en)_3]^{2+}$ ให้มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ตามเกณฑ์ 80/80 เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลอง ผลการวิจัย พบว่า บทปฏิบัติการทดลองมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 88.21/86.79 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลองอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด อย่างไรก็ตาม ในการนำบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในวิชาเคมี เป็นเรื่องที่เป็นไปได้ยาก เนื่องจากโรงเรียนมีข้อจำกัดในเรื่องห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมีซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูง และผู้สอนมีความกังวลในเรื่องของความเสี่ยงต่ออันตรายที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วน ซึ่งเป็นวิธีการทดลองเคมีรูปแบบใหม่ที่มีความปลอดภัย สะดวก และรวดเร็ว ลดโอกาสการเกิดอันตรายเนื่องจากสารเคมี คือ การใช้สารเคมีปริมาณน้อย และใช้อุปกรณ์การทดลองที่มีขนาดเล็กลง ใช้เวลาในการทำการทดลองน้อย สะดวกต่อการจัดเตรียมอุปกรณ์และทำความสะอาดอุปกรณ์หลังการทดลอง ช่วยลดภาระการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นจากการทดลอง อีกทั้งอุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในปฏิบัติการเคมีแบบย่อส่วน ส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์พลาสติกที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทางจุลชีววิทยา ชีวโมเลกุล เทคนิคการแพทย์ และนาโนเทคโนโลยี ซึ่งมีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์เครื่องแก้วที่ใช้ในการทดลองเคมีทั่วไป นอกจากนี้ แล้วยังสามารถนำวัสดุอื่นๆ ที่เป็นของใช้ในชีวิตประจำวันมาดัดแปลงใช้ในปฏิบัติการได้ด้วย (Chemical Society of Thailand, 2015) สอดคล้องกับงานวิจัย Tamuang et al. (2017) ที่ได้พัฒนาชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วนต้นทุนต่ำเพื่อสนับสนุนความเข้าใจในโมติ เรื่อง สมดุลเคมี สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษา พบว่า ชุดการทดลองมีความประหยัดกว่าการทดลองแบบปกติในหลายด้าน ได้แก่ ด้านต้นทุนของอุปกรณ์ที่มีต้นทุนต่ำ และสามารถใช้งานได้ ด้านเวลาที่ใช้ในการทดลองลดลง ช่วยให้มีเวลาสำหรับการอภิปรายการทดลองเพิ่มขึ้น และด้านปริมาณของสารละลายที่ใช้ในการทดลอง ทำให้ลดค่าใช้จ่ายสำหรับสารเคมีและลดปริมาณของเสียที่เกิดจากการทดลอง

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยจึงทำการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรม ประกอบกับภายในบทเรียนมีการทดลองเพื่ออธิบายทฤษฎีค่อนข้างมาก ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน โดยใช้ชุดการทดลองเคมี

แบบย่อส่วนเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 70/70
4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส
5. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส กับเกณฑ์ร้อยละ 70
6. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส
7. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานของการวิจัย

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ตามเกณฑ์ 70/70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส มีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
5. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส มีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิธีดำเนินการวิจัย

ตอนที่ 1 การพัฒนาชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วน แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. การศึกษา ออกแบบชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วน โดยศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อออกแบบชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วนให้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้
2. การนำชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วนไปทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และพัฒนาให้มีคุณภาพโดยผู้วิจัยได้แบ่งวิธีดำเนินการทดลองเป็น 2 วิธี ได้แก่ การทดลองเคมีแบบมาตรฐาน คือ การทดลองโดยใช้อุปกรณ์และสารเคมีตามหนังสือเรียนเคมี เล่ม 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กำหนด และการทดลองเคมีแบบย่อส่วน

คือ การทดลองโดยใช้ชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยในแต่ละวิธีจะทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง และบันทึกผลการทดลองทุกครั้งเสมอ เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของวิธีการทดลอง จากนั้นวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้จากการทดลองทั้ง 2 วิธี โดยแยกเป็นการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ เช่น สี การตกตะกอน การวัดความสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น การวิเคราะห์เชิงปริมาณ เช่น การคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย การวัดค่า pH ของสารละลาย เป็นต้น ในการคำนวณหาค่าร้อยละความผิดพลาด (% error) ของวิธีวิเคราะห์โดยหาค่าร้อยละผิดพลาดที่ยอมรับได้คือไม่เกิน 5% (Tamuang et al., 2017, p. 424)

ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส จำนวน 6 บทปฏิบัติการ ได้แก่ 1) เรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส 2) เรื่อง ปฏิกริยาระหว่างกรดและเบส 3) เรื่อง ปฏิกริยาไฮโดรลิซิส 4) เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส 5) เรื่อง อินดิเคเตอร์กับการไทเทรตกรด-เบส และ 6) เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ โดยในแต่ละบทปฏิบัติการผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ และ 5) ขั้นประเมินผล ซึ่งแต่ละบทปฏิบัติการมีผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 และมีผลการประเมินคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วนโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีมาก

ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วนที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) ทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design (Saiyot & Saiyot, 1995, p. 240)

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถของนักเรียน มีจำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนรวม 57 คน กลุ่มตัวอย่าง ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มมาจำนวน 1 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด ได้กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 27 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและนิเทศน์ทางวิทยาศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เรื่อง กรด-เบส รายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ใช้เวลาในการทดลอง 18 ชั่วโมง

5. การสร้างเครื่องมือและหาค่าคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก วัดทักษะทางปัญญา 6 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า จำนวน 30 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.33-0.70 และค่าอำนาจจำแนก (B) ระหว่าง 0.25-0.35 และวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรไบโนเมียล (Binomial Formula) ของโลเวท (Saiyot & Saiyot, 2000, p. 238) พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.89

5.2 แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และตอนที่ 2 เป็นแบบทดสอบอัตนัยที่เกี่ยวกับการให้มโนทัศน์รองเพื่อประกอบการตอบคำถามในตอนที่ 1 มีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ 4 ระดับ คือ 3 2 1 และ 0 คะแนน จำนวน 20 ข้อ แบบทดสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.80-1.00 มีค่าความยาก (P_e) อยู่ระหว่าง 0.26-0.48 และค่าอำนาจจำแนก (D) ระหว่าง 0.27-0.49 และวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ Livingston (1972, p. 10) พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.97

6. วิธีการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

6.1 ปฐมนิเทศ แนะนำการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส และบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน

6.2 ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส เวลา 1 ชั่วโมง และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส เวลา 1 ชั่วโมง

6.3 ดำเนินการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส โดยใช้เวลาสอนทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง

6.4 เมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน

6.5 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 1 ชั่วโมง และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งเป็นฉบับเดียวกับที่ทดสอบก่อนเรียน

6.6 นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพ (E1/E2) ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 70/70 โดย 70 ตัวแรก (E1) หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนจากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ขึ้นไปและ 70 ตัวหลัง (E2) หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ขึ้นไป โดยใช้สูตรคำนวณหาประสิทธิภาพ (E1/E2) ของ Brahmawong (2013, p. 10)

7.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่เกิดจากการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent Samples)

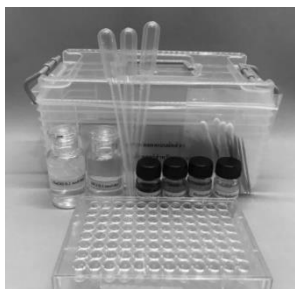
7.3 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนที่เกิดจากการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว (One Samples)

7.4 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เกิดจากการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent Samples)

7.5 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนที่เกิดจากการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว (One Samples)

ผลการวิจัย

1. การพัฒนาชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วน ซึ่งเป็นผลจากการดำเนินการทดลองในตอนต้นที่ 1 การพัฒนาชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วน สามารถออกแบบชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วนได้ทั้งสิ้น 5 ชุดการทดลองดังภาพ



ภาพ 1 ชุดการทดลองที่ 1 เรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส



ภาพ 2 ชุดการทดลองที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างกรดและเบส



ภาพ 3 ชุดการทดลองที่ 3 เรื่อง ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส



ภาพ 4 ชุดการทดลองที่ 4 เรื่อง การไทเทรตและอินดิเคเตอร์กับการไทเทรตกรด-เบส



ภาพ 5 ชุดการไทเทรตแบบย้อยส่วน



ภาพ 6 ชุดการทดลอง เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์

ผลการนำชุดการทดลองเคมีแบบย้อยส่วนจำนวน 5 ชุดการทดลองไปทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และพัฒนาให้มีคุณภาพก่อนนำไปใช้เป็นชุดการทดลองประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย้อยส่วนโดยใช้สารเคมี ความเข้มข้นของสารเคมี และทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองเคมีแบบมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า การทดลองเคมีแบบย้อยส่วนมีการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ที่มีต้นทุนต่ำ และสามารถใช้งานได้เพื่อทดแทนอุปกรณ์มาตรฐานที่มีราคาสูง เช่น การใช้ถาดหลุมแทนหลอดทดลอง การใช้กระบอกฉีดยาหรือหลอดหยดพลาสติกแทนกระบอกตวง การพัฒนาชุดเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าของสารละลายแบบย้อยส่วนแทนชุดเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าของสารละลายแบบมาตรฐาน การพัฒนาชุดการไทเทรตแบบย้อยส่วนแทนชุดการไทเทรตแบบมาตรฐาน เป็นต้น เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างการทดลองเคมีแบบมาตรฐานและการทดลองเคมีแบบย้อยส่วน สำหรับการทดลองที่ทำการวิเคราะห์ผลในเชิงคุณภาพ พบว่า ผลการทดลองเคมีแบบย้อยส่วนไม่แตกต่างจากผลการทดลองเคมีแบบมาตรฐาน และการทดลองที่ทำการวิเคราะห์ผลในเชิงปริมาณพบว่าผลการทดลองเคมีแบบย้อยส่วนมีค่าร้อยละความผิดพลาด (% error) เท่ากับ 4 ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 5 จึงถือว่าอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ และในการหาปริมาตรที่เหมาะสมของสารละลายที่ใช้ในการทดลองเคมีแบบย้อยส่วน ผลการศึกษาพบว่าสามารถลดปริมาตรของสารละลายจากการทดลองเคมีแบบมาตรฐานลงได้อย่างน้อย 2 เท่า และเมื่อนำสารละลายที่มีปริมาตรลดลงนี้ไปทำการทดลองแล้ว พบว่า ให้ผลการทดลองชัดเจนและมีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับการทดลองเคมีแบบมาตรฐาน

2. ผลการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย้อยส่วน ผู้วิจัยได้พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย้อยส่วน จำนวน 6 บทปฏิบัติการ โดยในแต่ละบทปฏิบัติการประกอบด้วย ข้อเสนอแนะในการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย้อยส่วน ใบความรู้ การทดลอง ใบงานการทดลอง แบบฝึกหัด และแบบทดสอบหลังเรียน บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย้อยส่วนมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 และในแต่ละบทปฏิบัติการมีคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

3. ผลการหาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย้อยส่วน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส

บทปฏิบัติการที่	คะแนนระหว่างการใช้บทปฏิบัติการ (E_1)			คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2)			E_1/E_2
	เต็ม	เฉลี่ย	ร้อยละ	เต็ม	เฉลี่ย	ร้อยละ	
1	25	19.11	76.44				
2	25	18.04	72.15				
3	25	17.93	71.70				
4	25	18.11	72.44	30	22.44	74.81	73.19/74.81
5	25	18.41	73.63				
6	25	18.19	72.74				
เฉลี่ย	25	18.30	73.19				

จากตาราง 1 พบว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) โดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 73.19/74.81 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 70/70 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

4. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส แสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	สถิติ					
	n	$\bar{X}$	SD	df	t	p
ก่อนเรียน	27	12.11	1.52	26	28.239*	.000
หลังเรียน	27	22.44	1.867			

* $p < .05$

จากตาราง 2 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 28.239$, $p = .000$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

5. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส กับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 แสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (21 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	สถิติ					
	n	เกณฑ์	$\bar{X}$	SD	df	p
หลังเรียน	27	21	22.44	1.867	26	4.019*

* $p < .05$

จากตาราง 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบสสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 ($\bar{X} = 22.4$, $SD = 1.867$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

6. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส แสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน (คะแนนเต็ม 60 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	สถิติ					
	n	$\bar{X}$	SD	df	t	p
ก่อนเรียน	27	17.89	4.972	26	25.174*	.000
หลังเรียน	27	44.33	3.026			

*p<.05

จากตาราง 4 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ($t = 25.174$, $p = .000$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

7. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบสกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 แสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (42 คะแนน จาก คะแนนเต็ม 70 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	สถิติ						
	n	เกณฑ์	$\bar{X}$	SD	df	t	p
หลังเรียน	27	21	44.33	3.026	26	4.007*	.000

*p < .05

จากตาราง 5 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 ($\bar{X} = 44.33$, $SD = 3.026$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5

การอภิปรายผลการวิจัย

1. การพัฒนาชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วน พบว่า สามารถออกแบบชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วนได้ทั้งสิ้น 5 ชุด การทดลอง การวิเคราะห์ผลเชิงคุณภาพให้ผลการทดลองชัดเจนไม่แตกต่างจากการทดลองเคมีแบบมาตรฐาน และการวิเคราะห์ผลเชิงปริมาณมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อน (%error) น้อยกว่าร้อยละ 5 ซึ่งถือว่าอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการออกแบบชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วน ผู้วิจัยได้คำนึงถึงหลักในการออกแบบตามแนวคิดของ Chemical Society of Thailand (2015, pp. 16-17) ซึ่งคำนึงถึงความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง ความประหยัดในด้านลดการใช้พลังงานและลดค่าใช้จ่ายจากการกำจัดของเสีย การลดเวลาในการทำปฏิบัติการให้สั้นลง มีการหาปริมาณที่เหมาะสมของสารละลายที่ใช้ในการทดลองเคมีแบบย่อส่วน โดยยึดหลักแนวคิดเคมีสีเขียว (Green Chemistry) คือ ลดปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง เลือกใช้สารเคมีที่ไม่เป็นอันตรายต่อนักเรียนและสิ่งแวดล้อม และลดปริมาณของเสียที่เกิดจากการทดลอง (Supamathanon et al., 2016, pp. 1-14) ประกอบกับ กิจกรรมการทดลองสามารถสังเกตผลได้ชัดเจน ขั้นตอนการทดลองมีรายละเอียดคล้ายกับการทดลองเคมีแบบมาตรฐานแต่แตกต่างกันในส่วนของการลดปริมาณสารเคมี ทำให้การทดลองแบบย่อส่วนทำได้ง่ายขึ้น และใช้ระยะเวลาในการทดลองสั้นกว่าการทดลองเคมีแบบมาตรฐาน ช่วยให้นักเรียนทุกคนสามารถทำการทดลองได้จริงไม่ใช่เพียงแค่ฟังบรรยายสรุปจากครูผู้สอนเท่านั้น จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้สามารถนำชุดการทดลองที่พัฒนาขึ้นไปเป็นชุดการทดลองประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส ในลำดับถัดไปได้

2. การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 73.19/74.81 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 70/70 ซึ่งสอดคล้องตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วนที่พัฒนาขึ้นมีพื้นฐานมาจากการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผ่านการหาคุณภาพโดยการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ และการวิเคราะห์เชิงปริมาณ และขั้นตอนการพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีการอ้างอิงจากขั้นตอนการทดลองในหนังสือเรียนวิชาเคมี เล่ม 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) การทดลองในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นการทดลองแบบสืบเสาะ มุ่งให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา ออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง ทดสอบสมมติฐาน ตลอดจนสรุปอภิปรายผลด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะเท่านั้น ซึ่ง Hand and Keys (as cited in Tamuang et al., 2017, p. 16) ได้กล่าวถึงการทดลองแบบสืบเสาะว่าเป็นการทดลองที่มุ่งเน้นให้นักเรียนตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และทำการทดลองด้วยตนเอง และสร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Understanding) โดยการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมเข้ากับหลักฐานที่ได้จากการทดลองวิทยาศาสตร์ (Science Experiment Evidence) และสร้างเป็นองค์ความรู้ขึ้นมา และสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยม (Constructivism) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ในการเรียนรู้ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้กระทำ และเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นในใจเอง (Kowtrakul, 2016, p. 210) นอกจากนี้ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วนที่พัฒนาขึ้นมีวิธีการใช้อุปกรณ์ที่ง่าย มีขั้นตอนการทดลองที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน จึงทำให้นักเรียนสามารถใช้อุปกรณ์การทดลองได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ทำให้การทดลองที่ได้มีความถูกต้อง มีข้อผิดพลาดน้อย นักเรียนจึงเกิดการเรียนรู้ทั้งองค์ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 73.19/74.81 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70/70

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 และ 3 ทั้งนี้ เนื่องมาจากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน ได้ผ่านการหาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ตามเกณฑ์ 70/70 อีกทั้งการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วนมีการจัดประสบการณ์ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ศึกษาทดลอง วิเคราะห์เหตุผล ทดสอบสมมติฐาน สรุปอภิปรายผล และเขียนเอกสารรายงานผลการทดลองตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง และสามารถจำได้นานกว่าการเรียนการสอนด้วยวิธีบรรยาย อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ในขณะใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยมีขั้นตอนตามกรอบแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 5 ขั้น คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เป็นส่วนประกอบหนึ่งที่มีบทบาทให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สอดคล้องกับแนวคิดของ Prachagool and Nuangchaleram (2010) ที่ได้เสนอไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนมีบทบาทในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง และข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือการพัฒนาศักยภาพทางความคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่ง Laohaphaiboon (1999, p. 126) ได้เสนอข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากรู้อยากรู้ตลอดเวลา ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ดี กล่าวคือทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อีกด้วย ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้บทเรียนและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น ส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นด้วย สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Pholsan (2014) ที่ได้พัฒนาทปฏิบัติการ เรื่อง พันธะไอออนิก

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนคณะราษฎร์บำรุงพุมธานี ซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\bar{X} = 44.33$, $SD = 3.026$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 และ 5 ทั้งนี้ เนื่องมาจากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วนที่พัฒนาขึ้นมีแบบฝึกหัดในแต่ละบทปฏิบัติการที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกแสดงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง มีส่วนร่วมในการทดลอง กล่าวคือนักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทั้งด้านการคิด การแก้ปัญหา และการดำเนินการทดลองทุกขั้นตอน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระมากยิ่งขึ้น สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองโดยครูเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะส่งเสริมนักเรียน อีกทั้งการทดลองที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ Faikhamta (2008) ที่เสนอไว้ว่า วิชาเคมีเป็นเนื้อหาที่มีความซับซ้อนเป็นนามธรรม ส่งผลให้ความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียนเกิดคลาดเคลื่อน ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี ต้องอาศัยแบบจำลองสัญลักษณ์ต่างๆ และการทดลองเข้ามาช่วยในการเรียนรู้ในเนื้อหาเคมี เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ตรงตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และการใช้กิจกรรมการทดลองที่นักเรียนสามารถสังเกตและติดตามการเปลี่ยนแปลงได้จะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องนั้นมาก (Elks & Gulacar, 2016, pp. 1904-1907) สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Supasorn (2012) ที่ศึกษาความเข้าใจโมเดลและเมนทอลโมเดลในเรื่อง เซลล์กัลวานิกก่อนและหลังเรียน โดยใช้การทดลองขนาดย่อส่วนร่วมกับแบบจำลองขนาดเล็ก (Model Kit) พบว่า ในการจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพในการพัฒนาโมเดลและเมนทอลของนักเรียนได้ จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้คะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 ($\bar{X} = 44.33$, $SD = 3.026$)

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

ผู้สอนควรเตรียมความพร้อม โดยการศึกษารายละเอียดของคู่มือครูประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วนให้เข้าใจอย่างละเอียดถี่ถ้วน จัดเตรียมอุปกรณ์ สารเคมี และควรทำการทดลองก่อนทำการเรียนการสอน รวมทั้งเตรียมความพร้อมของผู้เรียนในด้านการใช้อุปกรณ์และสารเคมี เพื่อให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาผลการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน เรื่อง กรด-เบส กับตัวแปรอื่นๆ เช่น เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบย่อส่วน ทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

References

- Banthanachack, S. (2011). Conceptual change about substance in daily life for grade 7 students using problem-based learning approach. *Journal of Education Graduate Studies Research Khon Kaen University*, 5(4), 102-109. [in Thai]
- Brahmawong, C., (2013). Developmental testing of media and instructional package. *Silpakom Education Research Journal*, 5(1), 7-20. [in Thai]
- Chemical Society of Thailand. (2015). *Small-Scale Chemistry Laboratory*. Bangkok: Dow Thailand Group. [in Thai]
- Elks, I., & Gulacar, O. (2016). A colorful demonstration to visualize and inquire into essential elements of chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 93(11), 1904-1907.

- Faikhamta, C. (2008). Inquiry-based teaching and learning. *Journal of Education Naresuan University*, 11(1), 32-45. [in Thai]
- Kowtrakul, S. (2016). *Educational psychology* (11th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- Laohaphaiboon, P. (1999). *Science teaching* (3rd ed.). Bangkok: Thai Watana Panich. [in Thai]
- Livingston, S. A. (1972). A classical test-theory approach to criterion-referenced tests. In *The annual meeting of the American Educational Research Association* (pp. 1-13). Maryland: Center for Social Organization of Schools Johns Hopkins University.
- Muchaman, S. (2015). *The experimental design of the visible light and absorbed light of copper complexes of $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$, $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ and $[Cu(en)_3]^{2+}$* (Master thesis). Chonburi: Burapha University. [in Thai]
- Ministry of Education. (2008). *Basic Education Curriculum 2008*. Bangkok: Printing Agricultural Cooperative Federation of Thailand. [in Thai]
- National Institute of Educational Testing Service (Public Organization). (2018). *Statistic of O-NET test results for grade 12, academic year 2014-2017*. Retrieved March 29, 2019, from <https://www.niets.or.th/th/catalog/view/3865> [in Thai]
- Pholsan, N. (2014). *The development of laboratory work in ionic bonding to develop science processing skills of mattayomsuksa 4 students at Kanaratbamrungpathumthani School* (Master thesis). Bangkok: Rangsit University. [in Thai]
- Phomphisutthimas, S. (2013). Learning management of science in 21st century. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 4(1), 55-63. [in Thai]
- Prachagool, V., & Nuangchaleram, P. (2010). *Teaching style*. Maha Sarakham: Mahasarakham University. [in Thai]
- Saiyot, L., & Saiyot, A. (1995). *Educational research techniques* (4th ed.). Bangkok: Suviriyasarn. [in Thai]
- Saiyot, L., & Saiyot, A. (2000). *Learning measurement techniques* (2nd ed.). Bangkok: Suviriyasarn. [in Thai]
- Supamathanon, N., Soisungnoen, P., Lisnund, S., Panthama, N., Pechluan, P., Sombatsri, S., ... Ausavasukhi, A. (2016). Green chemistry. *Journal of Science & Technology Ubon Ratchathani University*, 18(3), 1-14. [in Thai]
- Supasorn, S. (2012). Roles of mental models in learning chemistry at molecular level. *Journal of Education Khon Kaen University*, 35(1), 1-7. [in Thai]
- Tamuang, S., Wuttisela, K., & Supasorn, S. (2017). Low-cost small-scale chemistry experiment to enhance 11-grade students' conceptual understanding on chemical equilibrium. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 8(2), 379-397. [in Thai]

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนุนนำต่อเนื่องเพื่อเสริมสร้างความสามารถ
ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก
DEVELOPMENT OF TEACHER TRAINING MODEL USING COACHING AND MONITORING
FOR ENHANCING STEAM EDUCATION TEACHING PRACTICE IN
SMALL-SIZED PRIMARY SCHOOL

Received: May 13, 2019

Revised: November 7, 2019

Accepted: November 23, 2019

ภิญโญ วงษ์ทอง^{1*} สมเสมอ ทักสิน² และทัศนัย สูงใหญ่³Pinyo Wongthong^{1*} Somsamer Thaksin² and Tadsnai Soongyai³^{1,2,3}สถาบันวิจัย พัฒนา และสาธิตการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ^{1,2,3}Educational Research Development and Demonstration Institute, Srinakharinwirot University, Nakhon Nayok 26120, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: pinyowongthong@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนุนนำต่อเนื่อง (Coaching and Monitoring) เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา (STEAM Education) ในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก 2) ประเมินประสิทธิผลของแบบการอบรมครูใน 4 ประเด็น ได้แก่ 1) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา 2) ความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา 3) ความสามารถในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา 4) ความพึงพอใจของครูที่เข้าร่วมอบรม กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยคือครูชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก จังหวัดนครนายก จำนวน 8 คน จาก 8 โรงเรียน (โรงเรียนละ 1 คน) ได้จากการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา 2) แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา 3) แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของครูที่เข้าร่วมอบรม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ร้อยละ (%) และการทดสอบ Wilcoxon Signed Rank Test ผลการวิจัย พบว่า

1. การพัฒนาแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนุนนำต่อเนื่อง ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1: Pre-coaching เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สภาพปัญหา และความต้องการเพื่อวางแผนและพัฒนา ขั้นที่ 2: Coaching เป็นการโค้ชกำกับ ติดตาม และนิเทศการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา ขั้นที่ 3: Post-coaching เป็นการประเมินประสิทธิผลของแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนุนนำต่อเนื่อง

2. ครูมีคะแนนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา หลังอบรม (ร้อยละ 82.50) สูงกว่าก่อนอบรม (ร้อยละ 43.33) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าค่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60

3. ครูมีความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.34, S.D. = 0.40)

4. ครูมีความสามารถในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาอยู่ในระดับดี ($\bar{X}$ = 4.18, S.D. = 0.36)

5. ครูมีความพึงพอใจต่อการเข้าร่วมอบรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.59$, S.D. = 0.32)

คำสำคัญ: รูปแบบการอบรมครู สเต็มศึกษา การโค้ชแบบหนูนุ่นนำต่อเนื่อง โรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก

Abstract

The purposes of this study were 1) to develop teacher training model using coaching and monitoring for enhancing STEAM Education teaching practice in small-sized primary school; 2) to evaluate effectiveness of teacher training model in four types such as 1) knowledge of STEAM Education; 2) ability of constructing STEAM Education lesson plans; 3) ability of STEAM Education teaching practice; 4) teachers' satisfaction. The sample group was 8 grade one teachers from different 8 small-sized primary schools in Nakhon Nayok province by simple random sampling. The research tools were 1) knowledge of STEAM Education test; 2) STEAM Education lesson plans evaluation form; 3) classroom observation form; 4) teachers' satisfaction questionnaire. The statistical analysis were mean ($\bar{X}$), standard deviation (S.D.), percentage (%), and Wilcoxon signed rank test. The results were revealed that:

1. The development of teacher training model using coaching and monitoring composed of 3 steps. The first step was pre-coaching: studying the context, problems and needs of small sized-primary school for developing a training model. The second step was coaching: coaching, monitoring and supervisory. The third step was post-coaching: studying the effectiveness of teacher training model.
2. The knowledge score of teacher about STEAM Education after training (82.50%) was significantly higher than that before (43.33%) at .05 statistical level, which was higher than the set criteria of 60%.
3. The ability of teacher to construct STEAM Education lesson plans was at a high level ($\bar{X} = 4.34$, S.D. = 0.40).
4. The ability of teacher for STEAM Education teaching practice was at a high level ($\bar{X} = 4.18$, S.D. = 0.36).
5. The teachers' satisfaction toward the participating through STEAM Education training model was at the highest level ($\bar{X} = 4.59$, S.D. = 0.32).

Keywords: Teacher Training Model, STEAM Education, Coaching and Monitoring, Small-Sized Primary School

บทนำ

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้าอย่างมาก การติดต่อสื่อสารและการเชื่อมโยงข้อมูลข่าวสารต่างๆ มีความสะดวกและรวดเร็ว ดังนั้นการศึกษาในยุคไทยแลนด์ 4.0 ควรออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยเน้นการเรียนรู้จากปัญหาจริงที่เกิดขึ้น (Phonakorn, 2017) เพื่อให้ผู้เรียนมีทั้งองค์ความรู้และทักษะในการประยุกต์ให้เข้าถึงเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิต เช่น ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ และทักษะการทำงานเป็นทีม เป็นต้น

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวคิดหนึ่งที่สามารถตอบโจทย์การปรับเปลี่ยนกระบวนเรียนรู้ได้ โดยเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง สามารถแก้ปัญหาและเป็นผู้ที่มีความสนใจใฝ่หาความรู้ที่เท่าทันเหตุการณ์และทันต่อการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 (Dejarnette, 2012; Vasquez et al., 2013, Morris et al., 2019) นอกจากนี้ยังมีการบูรณาการศิลปะ (Arts: A) เข้าไปใน STEM เป็น STEAM หรือสเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนมีจินตนาการและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น สามารถสื่อสารความคิดในรูปแบบของดนตรี การเคลื่อนไหว การสื่อสาร หรือการประดิษฐ์ที่มีความสมบูรณ์

ทั้งการใช้งานและความสวยงามซึ่งสามารถพัฒนาผู้เรียนอย่างเป็นองค์รวมได้ (Kim & Park, 2012; Sousa & Pilecki, 2013; Sriboon & Po-ngern, 2019)

สภาพการจัดการศึกษาไทยในปัจจุบันพบว่ายังไม่ได้นำการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด สติศึกษาไปสู่การปฏิบัติอย่างจริงจัง แม้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาจะได้มีนโยบายส่งเสริม แต่พบว่ามีครูอีกจำนวนมากที่ยังขาดโอกาสที่จะเข้าถึงความรู้ดังกล่าว โดยเฉพาะโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก ซึ่งมีจำนวนครูไม่ครบชั้นเรียน ครูขาดประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ และขาดทักษะในการสอนแบบบูรณาการ (Oumpeng, 2017) นอกจากนี้โรงเรียนยังขาดสื่อ เทคโนโลยี และแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสม ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนขาดโอกาสที่จะได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพ (Office of the Basic Education Commission, 2014) ดังนั้น คำถามหรือโจทย์สำคัญคือทำอย่างไรให้ครูเหล่านี้สามารถจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยวิธีการหนึ่งที่หลายหน่วยงานได้ดำเนินการไปแล้ว คือ การจัดอบรมครูในด้านต่างๆ แต่ปัญหาที่พบคือหัวข้อการฝึกอบรมอาจไม่ตรงกับความต้องการ ทำให้ครูไม่เห็นความสำคัญ (Wongnate, 2015) และการอบรมส่วนใหญ่เป็นหลักสูตรระยะสั้น เมื่ออบรมเสร็จสิ้น พบว่า ครูมีการพัฒนาค่อนข้างมาก แต่ขาดการติดตามและประเมินผลอย่างต่อเนื่องทำให้ครูไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างชัดเจน (Theparee & Patphol, 2014)

จากปัญหาและความสำคัญข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนูนนำต่อเนื่อง (Coaching and Monitoring) ที่มีระบบการให้คำปรึกษา แนะนำ กำกับ ติดตาม และนิเทศ อย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสติศึกษาในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก เน้นให้ครูสามารถเขียนแผนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียน และนำไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนูนนำต่อเนื่องเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสติศึกษาในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก
2. เพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนูนนำต่อเนื่อง โดยพิจารณาจาก 1) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสติศึกษา 2) ความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสติศึกษา 3) ความสามารถในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสติศึกษา 4) ความพึงพอใจของครูที่เข้าร่วมอบรม

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ครูชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก จังหวัดนครนายก จำนวน 73 โรงเรียน รวมจำนวน 73 คน โดยแต่ละโรงเรียนมีครูชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก จังหวัดนครนายก จำนวน 8 คน จาก 8 โรงเรียน (โรงเรียนละ 1 คน) ได้จากการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยสุ่มจากทุกอำเภอในจังหวัดนครนายก ประกอบด้วย อำเภอองครักษ์ อำเภอบ้านนา อำเภอปากพลี และอำเภอเมืองนครนายก อำเภอละ 2 โรงเรียน

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ รูปแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนูนนำต่อเนื่อง

ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของรูปแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนูนนำต่อเนื่อง

สมมติฐานงานวิจัย 1) ครูที่ผ่านการเข้าร่วมอบรมมีคะแนนความรู้ความเข้าใจการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสติศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีคะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 2) ครูที่ผ่านการเข้าร่วมอบรมสามารถเขียนแผนกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสติศึกษาอยู่ในระดับดี 3) ครูที่ผ่านการเข้าร่วมอบรมสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสติศึกษาอยู่ในระดับดี 4) ครูที่ผ่านการเข้าร่วมอบรมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

การดำเนินการวิจัย รูปแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนูนาค่อเนื่อง (Coaching and Monitoring) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: Pre-coaching เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สภาพปัญหา และความต้องการ เพื่อวางแผนและพัฒนา ประกอบด้วย กิจกรรมที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน กิจกรรมที่ 2 การจัดประชุมทำความเข้าใจ กิจกรรมที่ 3 การพัฒนารูปแบบการอบรมเชิงปฏิบัติการควบคู่กับระบบการหนูนาค่อเนื่อง โดยมีการประชุมคณะทำงานเพื่อวางแผนและพัฒนา การจัดทำเนื้อหาในการอบรมครูและการอบรมเชิงปฏิบัติการควบคู่กับระบบการหนูนาค่อเนื่อง

ขั้นตอนที่ 2: Coaching เป็นการโค้ช กำกับ ติดตาม และนิเทศการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสติศึกษา ประกอบด้วยกิจกรรมที่ 4 การกำกับ ติดตาม นิเทศ แบบหนูนาค่อเนื่อง (Coaching and Monitoring)

ขั้นตอนที่ 3: Post-Coaching เป็นการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนูนาค่อเนื่อง ประกอบด้วยกิจกรรมที่ 5 การประชุมสะท้อนผลหลังการดำเนินงาน และการนำเสนอผลงาน กิจกรรมที่ 6 การสรุปและประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนูนาค่อเนื่อง

โดยในขั้นตอน Coaching จะใช้ระบบกำกับติดตามโดยนำหลักการของวงจรคุณภาพ (PDCA) เข้ามาตรวจสอบการทำงานทุกขั้นตอน ดังนี้ 1) Plan: การวางแผนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบและขั้นตอน 2) Do: การปฏิบัติตามแผนและขั้นตอน 3) Check: การกำกับ ติดตาม รวบรวมข้อมูล ประเมินผลอย่างต่อเนื่อง และให้ข้อมูลย้อนกลับ 4) Act: การนำผลของการประเมินงานในแต่ละขั้นตอนมาสรุป เพื่อปรับปรุง แก้ไข และพัฒนา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสติศึกษา ใช้ทดสอบครูก่อนและหลังอบรม ข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีเนื้อหาเกี่ยวกับ 1) การวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560) 2) การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสติศึกษา 3) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4) การวัดและการประเมินผลผู้เรียนตามแนวทางสติศึกษา 5) ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ประเมินคุณภาพแบบทดสอบโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่าทุกข้อคำถามมีค่า IOC = 0.67- 1.00 และนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับครูชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช้กลุ่มทดลอง และเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ โดยเป็นข้อสอบที่ประเมินพฤติกรรมด้านความจำ 8 ข้อ ด้านความเข้าใจ 14 ข้อ ด้านการวิเคราะห์ 6 ข้อ และด้านการประยุกต์ใช้ 2 ข้อ

2. แบบประเมินความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสติศึกษา ใช้วัดความสามารถของครูในการออกแบบและเขียนแผนกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสติศึกษาที่เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก ซึ่งประเมิน 4 ด้าน ได้แก่ 1) รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ 2) กิจกรรมการเรียนรู้ 3) สื่อและแหล่งการเรียนรู้ 4) การวัดและประเมินผล โดยแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด (5) มาก (4) ปานกลาง (3) น้อย (2) และน้อยที่สุด (1) แปลความหมายโดยใช้คะแนนเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ของ Best (1977) และมาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) ผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ของครูทั้ง 8 คน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากและมากที่สุด ดังนั้นสามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้

3. แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสติศึกษา ใช้วัดความสามารถของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสติศึกษา ประเมินโดยผู้อำนวยการโรงเรียนและโค้ช เดือนละ 2 ครั้ง ซึ่งมีประเด็นการประเมิน 10 ข้อ ดังนี้ 1) จัดการเรียนรู้การบูรณาการเนื้อหาและกระบวนการของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และศิลปะ 2) จัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนเป็นรายบุคคล 3) จัดการเรียนรู้โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ 4) จัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น 5) จัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ 6) จัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา 7) จัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นทีม 8) จัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการสอนที่หลากหลาย

ทันสมัย และน่าสนใจ 9) จัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และสรุปองค์ความรู้ได้ 10) จัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย โดยแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ มีพฤติกรรมนั้นเด่นชัดมากที่สุด (5) เต้นชัดมาก (4) เต้นชัดปานกลาง (3) เต้นชัดน้อย (2) และเด่นชัดน้อยที่สุด (1) แปลความหมายโดยใช้คะแนนเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ของ Best (1977) และมาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) ผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ทุกประเด็นมีค่า IOC = 0.67 - 1.00 ดังนั้น สามารถนำเครื่องมือไปใช้ประเมินได้

4. แบบสอบถามความพึงพอใจของครูที่เข้าร่วมการอบรม ใช้ประเมินความพึงพอใจของครูหลังเข้าร่วมการอบรมใน 5 ประเด็น ดังนี้ 1) ด้านกระบวนการจัดโครงการ 2) ด้านรูปแบบการอบรมเชิงปฏิบัติการการเขียนแผนสัปดาห์ 3) ด้านเนื้อหาการอบรมเชิงปฏิบัติการ 4) ด้านการนิเทศ ติดตาม และให้คำแนะนำ 5) ด้านความรู้และประโยชน์ต่อครูผู้สอน โดยแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ พึงพอใจมากที่สุด (5) พึงพอใจมาก (4) พึงพอใจปานกลาง (3) พึงพอใจน้อย (2) และพึงพอใจน้อยที่สุด (1) แปลความหมายโดยใช้คะแนนเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ของ Best (1977) และมาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) ผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญพบว่า มีค่า IOC = 1.00 ดังนั้น สามารถนำแบบประเมินความพึงพอใจไปใช้ได้

สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าร้อยละ (%) และการทดสอบ Wilcoxon Signed Rank Test

ผลการวิจัย

1. **ด้านการพัฒนารูปแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนูนาคู่ต่อเนื่อง** รูปแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนูนาคู่ต่อเนื่องเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1: Pre-coaching เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สภาพปัญหา และความต้องการเพื่อวางแผนและพัฒนา ขั้นที่ 2: Coaching เป็นการโค้ชกำกับ ติดตาม และนิเทศการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา ขั้นที่ 3: Post-coaching เป็นการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนูนาคู่ต่อเนื่อง สามารถสรุปผลการดำเนินกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนดังแสดงในตาราง 1

2. ด้านการประเมินประสิทธิผลของการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนูนาคู่ต่อเนื่อง

2.1 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา จากตาราง 2 แสดงคะแนนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560) การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา การวัดและการประเมินผลผู้เรียนตามแนวทางสเต็มศึกษา และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 พบว่า ครูมีคะแนนเฉลี่ยความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาหลังอบรมเท่ากับ 24.75 คะแนน (ร้อยละ 82.50) ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนอบรมเท่ากับ 13.00 คะแนน (ร้อยละ 43.33) และมีผลคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 60 โดยทั่วไปเกณฑ์ที่ใช้กำหนดการแปลผลความก้าวหน้ากำหนดไว้ที่ร้อยละ 20 - 25 ขึ้นไป (Ritcharoon, 2006) ในการวิจัยนี้ได้กำหนดเกณฑ์ไว้ที่ร้อยละ 25 ดังนั้นจะได้คะแนนก้าวหน้าผ่านเกณฑ์การประเมิน $(25 \times 30)/100 = 7.5$ คะแนน พบว่า ครูที่ได้คะแนนความก้าวหน้าสูงกว่าเกณฑ์มีจำนวน 7 คน (ร้อยละ 87.5) และครูที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินมีเพียง 1 คน (ร้อยละ 12.5) โดยภาพรวมครูมีคะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ยเท่ากับ 11.75 มีคะแนนร้อยละความก้าวหน้าเฉลี่ยเท่ากับ 39.17 เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนก่อนและหลังอบรม ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า คะแนนสอบหลังอบรมสูงกว่าก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นสรุปได้ว่า ครูที่เข้าร่วมฝึกอบรมมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษามากขึ้น

2.2 ความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา จากตาราง 4 พบว่า ครูมีความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากและมากที่สุด โดยคะแนนเฉลี่ยด้านรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่ามากที่สุด ($\bar{X} = 4.58$, S.D. = 0.38) รองลงมา คือ ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.45$, S.D.=0.25) และกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา ($\bar{X} = 4.34$, S.D. = 0.52) และน้อยที่สุดด้านการวัดและการประเมินผล

($\bar{X} = 3.88$, S.D. = 0.43) โดยครูที่มีความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 4 คน และอยู่ในระดับมาก จำนวน 4 คน โดยภาพรวมครูทั้ง 8 คน มีความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.34$, S.D. = 0.40) ดังนั้นสรุปได้ว่าครูทั้ง 8 คนที่ผ่านการเข้าร่วมอบรมมีความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากขึ้นไป

ตาราง 1 แสดงขั้นตอน กิจกรรม และผลลัพธ์ที่ได้จากกิจกรรมการพัฒนาแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนูนานาต่อเนื่อง

ขั้นตอน	กิจกรรม	ผลลัพธ์ที่ได้
ขั้นที่ 1: Pre-coaching การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สภาพปัญหา และความต้องการ เพื่อวางแผนและพัฒนา	กิจกรรมที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้บูรณาการสเต็มศึกษา	ได้ข้อมูลพื้นฐานการจัดการเรียนรู้บูรณาการสเต็มศึกษา มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด รูปแบบการอบรมครู และข้อมูลพื้นฐานของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก เพื่อใช้ในการวางแผนและออกแบบการจัดอบรมครู
	กิจกรรมที่ 2 การจัดประชุมทำความเข้าใจ	ผู้บริหารโรงเรียน และครูที่เข้าร่วมโครงการได้รับทราบเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ ความสำคัญ และประโยชน์ที่จะได้รับจากการเข้าร่วมโครงการการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา
	กิจกรรมที่ 3 การพัฒนารูปแบบการอบรมครูโดยใช้การหนูนานาต่อเนื่องประกอบด้วย	ได้สภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา ตามบริบทของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก ดังนี้
	3.1 การประชุมคณะทำงานเพื่อวางแผนและพัฒนา	1) ด้านโรงเรียน: มีครูไม่เพียงพอและมีครูไม่ครบทุกระดับชั้น โรงเรียนยังไม่เคยได้รับการจัดอบรมเกี่ยวกับสเต็มศึกษา โรงเรียนมีข้อจำกัดด้านวัสดุ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ที่ทันสมัย 2) ด้านครู: ครูขาดทักษะในการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ครูต้องการให้มีการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับสเต็มศึกษา ต้องการโค้ชเป็นครูพี่เลี้ยงเกี่ยวกับสเต็มศึกษา ครูต้องการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาที่เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน 3) ด้านผู้เรียน: นักเรียนบางส่วนยังอ่านและเขียนภาษาไทยไม่ได้ ขาดเรียนบ่อย ขาดทักษะในการคิด การตั้งคำถาม ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ขาดกระตือรือร้น และแรงจูงใจในการเรียน
	3.2 การจัดทำเนื้อหาในการอบรมครู	• ได้รายละเอียดรูปแบบการอบรมครู ประกอบด้วย 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหาการอบรม 3) รูปแบบกิจกรรมการอบรม 4) สื่อในการฝึกอบรม 5) การวัดและประเมินผล • ได้เนื้อหาในการอบรมครู ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามแนวทางสเต็มศึกษา 2) การออกแบบและเขียนแผนกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาตามบริบทของโรงเรียน 3) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4) การวัดและการประเมินผลผู้เรียนตามแนวทางสเต็มศึกษา
	3.3 การอบรมเชิงปฏิบัติการควบคู่กับระบบการหนูนานาต่อเนื่อง	โดยครูที่ผ่านการฝึกอบรมเกิดการพัฒนาศักยภาพและสามารถออกแบบและเขียนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาที่เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนได้
ขั้นที่ 2: Coaching การโค้ช กำกับ ติดตามและนิเทศ แบบหนูนานาต่อเนื่อง	กิจกรรมที่ 4 การกำกับ ติดตามและนิเทศ แบบหนูนานาต่อเนื่อง	ทีมโค้ชลงพื้นที่เพื่อกำกับ ติดตาม ให้คำแนะนำ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสะท้อนคิด ทุกเดือน เดือนละไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง ผลลัพธ์ที่ได้คือ ครูเกิดการพัฒนาและปรับเปลี่ยนวิธีการสอน สามารถจัดกิจกรรมโดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาได้

ขั้นตอน	กิจกรรม	ผลลัพธ์ที่ได้
ขั้นที่ 3: Post-coaching การประเมินประสิทธิผล ของรูปแบบการอบรมครู ด้วยการโค้ชแบบหนูนานา ต่อเนื่อง	กิจกรรมที่ 5 การประชุมสะท้อน ผลหลังการดำเนินงาน และการ นำเสนอผลงาน	ทีมวิจัยได้จัดการประชุมวิชาการให้ผู้อำนวยการโรงเรียนและครูกลุ่มตัวอย่างจาก ทั้ง 8 โรงเรียน นำเสนอผลที่ได้จากการเข้าร่วมโครงการด้านการพัฒนาตนเอง เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา นอกจากนี้ทีมโค้ช ผู้บริหาร โรงเรียน และครู ได้มีโอกาสนำเสนอ อภิปราย สะท้อนคิด ให้ข้อมูลย้อนกลับ และ แลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ เพื่อสร้างชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC)
	กิจกรรมที่ 6 การสรุปและ ประเมินประสิทธิผลของรูปแบบ การอบรมครูด้วยการโค้ชแบบ หนูนานาต่อเนื่อง	ได้ผลสรุปการดำเนินโครงการวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิผลของการอบรมครูด้วยการ โค้ชแบบหนูนานาต่อเนื่องในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา ในประเด็น ดังนี้ 1) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา 2) ความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา 3) ความสามารถในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา 4) ความพึงพอใจ ของครูที่เข้าร่วมอบรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา

ตาราง 2 ผลคะแนนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาก่อน-หลังการฝึกอบรม

ครูคน ที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)		หลังเรียน (30 คะแนน)		คะแนน ความก้าวหน้า ($X_2 - X_1$)	ร้อยละคะแนน ความก้าวหน้า
	คะแนน (X_1)	ร้อยละ	คะแนน (X_2)	ร้อยละ		
1	11	36.67	26	86.67	15	50
2	10	33.33	24	80.00	14	47
3	13	43.33	22	73.33	9	30
4	18	60.00	30	100.00	12	40
5	9	30.00	22	73.33	13	43
6	13	43.33	24	80.00	11	37
7	18	60.00	23	76.67	5	17
8	12	40.00	27	90.00	15	50
$\bar{X}$	13.00	43.33	24.75	82.50	11.75	39.17
S.D.	3.38	11.27	2.76	9.22	3.41	11.37

ตาราง 3 ค่าสถิติการทดสอบ Wilcoxon signed rank test

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	Wilcoxon signed rank test	Sig.
คะแนนก่อนฝึกอบรม	13.00	3.38	-2.524	.012
คะแนนหลังฝึกอบรม	24.75	2.76		

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา

ประเด็นการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	การแปลผล
1. รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้	4.58	0.38	มากที่สุด
2. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด สเต็มศึกษา	4.34	0.52	มาก
3. สื่อและแหล่งการเรียนรู้	4.45	0.25	มาก
4. การวัดและประเมินผล	3.88	0.43	มาก
เฉลี่ยทุกประเด็น	4.34	0.40	มาก

2.3 ความสามารถในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา จากตาราง 5 พบว่า คะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา ทั้ง 10 ด้าน อยู่ในระดับมากและมากที่สุด โดยระดับมากที่สุด มี 3 ด้าน ได้แก่ ด้านจัดการเรียนรู้การบูรณาการเนื้อหาและกระบวนการของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และศิลปะ ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.47) ด้านจัดการเรียนรู้โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ($\bar{X} = 4.79$, S.D. = 0.25) และด้านจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นทีม ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.71) ส่วนด้านอื่นๆ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก โดยมีครูที่ได้คะแนนอยู่ในระดับดีมาก จำนวน 3 คน (ร้อยละ 37.5) อยู่ในระดับดี จำนวน 5 คน (ร้อยละ 62.5) โดยภาพรวมครูมีพฤติกรรมในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.18$, S.D. = 0.36) จะเห็นได้ว่าครูที่ผ่านการเข้าร่วมอบรมมีความสามารถในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากขึ้นไป

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์คะแนนพฤติกรรมในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา

ประเด็นการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	การแปลผล
1. จัดการเรียนรู้การบูรณาการเนื้อหาและกระบวนการของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และศิลปะ (STEAM)	4.50	0.47	มากที่สุด
2. จัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนเป็นรายบุคคล	4.33	0.31	มาก
3. จัดการเรียนรู้โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ	4.79	0.25	มากที่สุด
4. จัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น	4.08	0.15	มาก
5. จัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์	4.42	0.24	มาก
6. จัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา	3.96	0.41	มาก
7. จัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นทีม	4.54	0.71	มากที่สุด
8. จัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการสอนที่หลากหลาย ทันสมัย และน่าสนใจ	4.00	0.67	มาก
9. จัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และสรุปองค์ความรู้ได้	3.71	0.60	มาก
10. จัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย	3.50	0.53	มาก
เฉลี่ยทุกประเด็น	4.18	0.36	มาก

2.4 ความพึงพอใจของครูที่เข้าร่วมอบรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา จากตาราง 6 พบว่า ระดับความพึงพอใจของครูที่เข้าร่วมอบรมเฉลี่ยทั้ง 6 ด้านอยู่ในระดับมากและมากที่สุด โดยด้านที่มีระดับความพึงพอใจระดับมากที่สุด มีจำนวน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านรูปแบบการอบรมเชิงปฏิบัติการเขียนแผนสเต็มศึกษา ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.41) ด้านเนื้อหาการอบรมเชิงปฏิบัติการ ($\bar{X} = 4.69$, S.D. = 0.31) ด้านการนิเทศ ติดตาม และให้คำแนะนำ ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.47) ด้านความรู้และประโยชน์ต่อครูผู้สอน ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.36) ด้านความรู้และประโยชน์ต่อนักเรียน ($\bar{X} = 4.61$, S.D. = 0.34) ส่วนด้านที่มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุดมีเพียง 1 ด้าน คือ ด้านกระบวนการจัดโครงการอบรม ($\bar{X} = 4.44$, S.D. = 0.38) ในภาพรวมทุกด้าน พบว่า ครูมีความพึงพอใจต่อการเข้าร่วมโครงการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.59$, S.D. = 0.32)

ตาราง 6 ผลการประเมินความความพึงพอใจของครูที่เข้าร่วมการอบรม

ประเด็นการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	การแปลผล
1. ด้านกระบวนการจัดโครงการอบรม	4.44	0.38	มาก
2. ด้านรูปแบบการอบรมเชิงปฏิบัติการเขียนแผนสเต็มศึกษา	4.62	0.41	มากที่สุด
4. ด้านการนิเทศ ติดตาม และให้คำแนะนำ	4.56	0.47	มากที่สุด
5. ด้านความรู้และประโยชน์ต่อครูผู้สอน	4.57	0.36	มากที่สุด
6. ด้านความรู้และประโยชน์ต่อนักเรียน	4.61	0.34	มากที่สุด
เฉลี่ยทุกประเด็น	4.59	0.32	มากที่สุด

การอภิปรายผลการวิจัย

1. ด้านการพัฒนากระบวนการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนูนนำต่อเนื่อง

การพัฒนากระบวนการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนูนนำต่อเนื่อง สามารถทำให้ครูเกิดการพัฒนาตนเองเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาที่สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากการอบรมมีการประชุมและวางแผนการทำงานร่วมกันระหว่างทีมวิจัย ผู้บริหารโรงเรียน และครู โดยเปิดโอกาสให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการสะท้อนประเด็นปัญหาและความต้องการ ครูได้ลงมือปฏิบัติเขียนแผนการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาตามบริบทของโรงเรียนด้วยตนเอง โดยมีทีมวิจัยลงพื้นที่ตามโรงเรียนเพื่อเป็นครูพี่เลี้ยงสำหรับให้คำปรึกษา แนะนำ ประเมินผลการปฏิบัติงาน ให้ข้อมูลย้อนกลับ และร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้อย่างเป็นกัลยาณมิตร จากการกำกับติดตามพบว่า ครูสามารถเขียนแผนการเรียนรู้บูรณาการแบบสเต็มศึกษาและนำไปจัดกิจกรรมในชั้นเรียนได้อย่างเหมาะสม โดยทีมวิจัยได้พูดคุยกับผู้บริหารโรงเรียนและครูเพื่อรับฟังข้อมูล แลกเปลี่ยนประสบการณ์ และให้ข้อมูลย้อนกลับในการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น ครูเปิดใจรับฟังคำชี้แนะ และกล้าแสดงความคิดเห็น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Brown and Jameson (2012) กล่าวว่า การรับฟังข้อมูล การสะท้อนปัญหา และการกำหนดแนวทางร่วมกันในการพัฒนาส่งเสริมให้ครูไว้วางใจเสมือนโค้ชเป็นส่วนหนึ่งในการรับรู้ความคิดเห็น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างความภาคภูมิใจและก่อให้เกิดความเชื่อมั่นในคุณค่าของตนเองที่จะเรียนรู้และพัฒนาตนเองต่อไป นอกจากนี้ การเสริมแรงทางบวก (Empowerment) ของโค้ชจากทีมวิจัยและผู้บริหารโรงเรียน ส่งผลต่อความมั่นใจในการพัฒนาตนเองของครู และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ร่วมกัน (Jerald, 2007)

ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนารูปแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนูนนำต่อเนื่อง (Coaching and Monitoring) ที่มีระบบการกำกับ ติดตาม และนิเทศอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง สำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษาที่เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กในจังหวัดนครนายก ผ่านการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสร้างความรู้ การเผชิญสถานการณ์ การศึกษาจากตัวอย่าง และการฝึกปฏิบัติร่วมกับการพัฒนาวิชาชีพด้วยการโค้ชและการดูแลให้คำปรึกษาแนะนำอย่างต่อเนื่องจากผู้เชี่ยวชาญและทีมโค้ช นำไปสู่การส่งเสริมสมรรถนะครูประถมศึกษาในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก ในจังหวัดนครนายก ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: Pre-coaching เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สภาพปัญหา และความต้องการเพื่อวางแผนและพัฒนา ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นเตรียมการ (Preparing) เป็นขั้นเตรียมความพร้อมของโค้ชและครู และเป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สภาพปัญหา และความต้องการ ตามบริบทของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก จังหวัดนครนายก
2. ขั้นวางแผน (Planning) เป็นขั้นการประชุมคณะทำงานประกอบด้วยทีมโค้ช ผู้อำนวยการโรงเรียนและครู เพื่อวางแผนและพัฒนา

ขั้นตอนที่ 2: Coaching เป็นการโค้ช กำกับ ติดตาม และนิเทศการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการโค้ชเพื่อการรู้คิด (Cognitive Coaching) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นวางแผน (Planning) เป็นขั้นตอนที่โค้ชและผู้รับการโค้ชร่วมกันวางแผนโดยเน้น ครูเป็นสำคัญ โค้ชคอยสนับสนุนช่วยเหลือ
2. ขั้นติดตามดูแลและให้คำปรึกษา (Monitoring) เป็นการดูแลสนับสนุนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการและบรรลุผลสำเร็จตามตัวชี้วัด โดยครูใช้เทคนิค กลยุทธ์ที่เลือกใช้ในการปฏิบัติ ที่มีประสิทธิภาพ
3. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) เป็นขั้นตอนที่โค้ชและผู้รับการโค้ชร่วมมือกันโดยเน้นครูเป็นสำคัญ มีโค้ชคอยสนับสนุนช่วยเหลือเพื่อให้ครูหรือผู้รับการโค้ชได้ไตร่ตรองสะท้อนคิดและผลการปฏิบัติของตนเอง สรุปความพึงพอใจที่เกิดขึ้น คิดวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเพื่อสนับสนุนผลสำเร็จที่เกิดขึ้น คิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบ อ้างอิง ระบุความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่ทำให้บรรลุเป้าหมายและประสบผลสำเร็จ
4. ขั้นประยุกต์ใช้ (Applying) เป็นขั้นตอนที่สนับสนุนให้ผู้รับการโค้ช นำผลสำเร็จจากการปฏิบัติไปใช้ ผู้รับการโค้ชสร้างความรู้และความเข้าใจใหม่จากการปฏิบัติ เสนอแนวทาง การปฏิบัติเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ขั้นตอนที่ 3: Post-coaching เป็นการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนูนนำต่อเนื่อง ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นสะท้อนผลและนำเสนอ (Reflecting and Presenting) เป็นขั้นที่ผู้อำนวยการโรงเรียนและครูสะท้อนและนำเสนอผลที่ได้จากการจัดกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน
2. ขั้นสรุปและประเมินผล (Concluding and Evaluating) เป็นขั้นการสรุปและประเมินผลรูปแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนูนนำต่อเนื่องที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจัดการเรียนรู้ของครูและพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการโค้ชที่ผ่านมาของ Srichan and Uamcharoen (2017) ที่นำรูปแบบการโค้ชทางปัญญาแบบเพื่อนช่วยเพื่อน (Cognitive Peer Coaching Model) เพื่อพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนการสอนของครู ซึ่งมี 5 ระยะ ได้แก่ 1) การเตรียมการโค้ช 2) การวางแผนการปฏิบัติ 3) การปฏิบัติการโค้ช 4) การร่วมกันประเมินผลความสำเร็จและประมวลผลความรู้ 5) การพัฒนาวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง และจากงานวิจัยของ Duangsri and Tananitikunroj (2019) ที่นำกระบวนการชี้แนะทางปัญญา (Cognitive Coaching) เพื่อพัฒนาทักษะการสะท้อนคิดในการสอนภาษาอังกฤษของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ประกอบด้วย 4 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นเตรียมการ 2) ขั้นปฏิสัมพันธ์ 3) ขั้นการสะท้อนคิด และ 4) ขั้นการนำไปใช้ พบว่ากระบวนการโค้ชส่งเสริมให้ครูเกิดการพัฒนาดตนเอง อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยดังกล่าวยังไม่ได้มีการนำวงจรคุณภาพ PDCA มาใช้สำหรับการกำกับติดตาม (Monitoring System) เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและพัฒนาการที่เกิดขึ้นกับครูอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงพัฒนารูปแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนูนนำต่อเนื่องโดยนำวงจรคุณภาพ (PDCA) มาใช้ในกระบวนการโค้ชเพื่อการรู้คิด (Cognitive Coaching) เพื่อตรวจสอบการดำเนินกิจกรรมทุกขั้นตอนดังนี้ 1) Plan เป็นการวางแผนการทำกิจกรรมร่วมกันระหว่างผู้โค้ชและผู้รับการโค้ชอย่างเป็นระบบ 2) Do เป็นการปฏิบัติตามแผนและขั้นตอนโดยมีโค้ชคอยสนับสนุนช่วยเหลือและเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) 3) Check: การกำกับ ติดตาม รวบรวมข้อมูล ประเมินผล และให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง 4) Act: การนำผลของการประเมินงานในแต่ละขั้นตอนมาสรุป เพื่อปรับปรุง แก้ไข และพัฒนาเพื่อนำไปปรับปรุงการดำเนินกิจกรรมในครั้งต่อไป ซึ่งจะเห็นว่ากระบวนการโค้ชที่มีระบบการกำกับติดตามแบบหนูนเสริมต่อเนื่องสามารถส่งเสริมให้ครูได้พัฒนาดตนเองเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา การออกแบบและการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาที่เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก การประยุกต์ใช้ความรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าครูสามารถพัฒนาการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถกำกับตนเองได้ (Self-Directed)

2. ด้านการประเมินประสิทธิผลของการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนูนนำต่อเนื่อง

2.1 ครูมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา โดยมีคะแนนหลังอบรมสูงกว่าก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากรูปแบบการอบรมเชิงปฏิบัติการควบคู่กับระบบการหนูนนำต่อเนื่องมีขั้นตอนการดำเนินงานตามกระบวนการวิจัย (Khumwong et al., 2017) โดยมีการประชุมคณะกรรมการเพื่อวางแผนและพัฒนารูปแบบการจัดการอบรม การเตรียมและจัดทำเนื้อหาในการอบรมที่ตรงกับความต้องการของผู้บริหารโรงเรียนและครู ครูได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาจากการบรรยาย การสาธิตการจัดการเรียนรู้ และการแลกเปลี่ยนประสบการณ์จากวิทยากร โค้ช และผู้บริหารโรงเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยที่มีการนำกระบวนการพัฒนาครูด้วยการโค้ช (Coaching) ที่มีพี่เลี้ยงคอยกำกับติดตาม ดูแลให้คำปรึกษา หรือสร้างแรงบันดาลใจ ช่วยทำให้ครูเกิดการพัฒนาดตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ (Patphol, 2015; Sanjaiprom & Intanate, 2018)

2.2 ครูมีความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา เช่น

ตัวอย่างแผนกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง นักประดิษฐ์เครื่องดนตรี ครูออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เป็นขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นนำ: กระตุ้นความสนใจผู้เรียนโดยการเปิดวิดีโอเกี่ยวกับเครื่องดนตรีให้นักเรียนสังเกตว่าเครื่องดนตรีชนิดนี้ทำมาจากวัสดุอะไร ส่วนใดทำให้เกิดเสียง 2) ขั้นกำหนดปัญหา: ครูสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนร่วมกันคิดว่า “หากต้องการเล่นเครื่องดนตรีที่ชื่นชอบแต่ไม่มีเครื่องดนตรีชนิดนั้น นักเรียนจะสร้างเครื่องดนตรีจากวัสดุที่มีในท้องถิ่นให้มีลักษณะเหมือนและมีเสียงคล้ายกับเครื่องดนตรีจริงได้อย่างไร” 3) ขั้นรวบรวมข้อมูล: แต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดว่าจะสร้างเครื่องดนตรีชนิดใด ใช้ส่วนประกอบอะไรบ้าง โดยนักเรียนอาจสืบค้นข้อมูลจากสื่อวิดีโอ 4) ขั้นออกแบบและปฏิบัติการ: นักเรียนร่วมกันวางแผนการทำงานโดยออกแบบภาพวาดและระบายสีให้สวยงาม จากนั้นเล็กรวบรวมวัสดุอุปกรณ์และลงมือสร้างเครื่องดนตรีตามที่ได้ออกแบบไว้และตกแต่งให้สวยงาม ระหว่างทำกิจกรรมครูคอยให้คำแนะนำเรื่องการเล็กรวบรวมวัสดุ ติดตามตรวจสอบการทำงานของ แต่ละกลุ่มอย่างใกล้ชิด และสอบถามระหว่างทำกิจกรรมว่าสิ่งที่ทำให้เกิดเสียงหรือไม่ เพราะอะไร 5) ขั้นประเมินผล: แต่ละกลุ่มทดสอบว่าเครื่องดนตรีที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้หรือไม่ วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสมแข็งแรงเพียงพอหรือไม่ หากพบข้อบกพร่องให้ปรับปรุงแก้ไข นักเรียนตรวจสอบเครื่องดนตรีที่ปรับปรุงแล้วว่ามีลักษณะตามที่ต้องการหรือไม่ จากนั้นแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานเกี่ยวกับประเด็นต่อไปนี้ 1) ใช้วัสดุอะไรบ้างในการสร้างเครื่องดนตรี เพราะเหตุใดจึงเลือกใช้วัสดุเหล่านั้น 2) อะไรคือจุดเด่นของชิ้นงานกลุ่มตัวเอง 3) ต้องการปรับปรุงชิ้นงานเพิ่มเติมหรือไม่ เพราะอะไร จะเห็นว่าจากแผนการจัดการเรียนรู้นี้ ครูได้ออกแบบกิจกรรมโดยใช้แนวคิด STEAM ให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ผ่านการคิดและปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน นักเรียนสามารถบอกหรือเล่าขั้นตอนการสร้างสรรค์ผลงานของตนเอง ซึ่งสามารถส่งเสริมกระบวนการคิดและแก้ปัญหาของผู้เรียนได้

ตัวอย่างแผนกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง วันแสนอร่อย โดยครูออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เป็นขั้นตอน ดังนี้

1) กำหนดปัญหา: โดยครูเปิดวิดีโอเรื่อง วันแสนอร่อยให้นักเรียนดูและเปิดประเด็นว่าวันแสนอร่อยควรมีลักษณะอย่างไร เพื่อร่วมกันสรุปเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาความอร่อยของวัน เช่น รสชาติ เนื้อสัมผัส กลิ่น และความสวยงาม 2) ขั้นรวบรวมข้อมูล: นักเรียนร่วมกันระดมความคิดว่าจะทำวันรูปแบบใด โดยสืบค้นและรวบรวมข้อมูลจากคลิปวิดีโอในอินเทอร์เน็ต 3) ขั้นออกแบบและปฏิบัติ: นักเรียนร่วมกันออกแบบวันว่าอยากได้รูปแบบใด มีลักษณะคล้ายรูปทรงเรขาคณิตอะไร จากนั้นลงมือทำวันตามขั้นตอนและแบบ โดยครูเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ให้และคอยให้คำแนะนำอย่างต่อเนื่อง เมื่อทำวันเสร็จแล้ว แต่ละกลุ่มบันทึกลักษณะของวันที่ได้ในเรื่องรสชาติ เนื้อวัน กลิ่น สี และรูปร่าง จากนั้นนำเสนอผลงาน พร้อมบอกปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหาที่พบ ครูให้นักเรียนกลุ่มที่ประสบความสำเร็จนำเสนอแนวทางในการทำวันเพื่อเป็นแนวทางให้เพื่อนกลุ่มอื่น 4) ขั้นปรับปรุงแก้ไข: นักเรียนวางแผนร่วมกันเพื่อปรับปรุงให้วันเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และลงมือทำวันอีกครั้งหนึ่งตามแผนใหม่ บันทึกผลโดยครูสังเกตการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงวิธีการหรือข้อมูลจากที่วางแผนการทำวันในครั้งแรกกับวันครั้งที่สอง 5) ขั้นสรุปและนำเสนอ: นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการทำวัน โดยครูใช้คำถามดังนี้ 1) วันของแต่ละกลุ่มมีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร 2) วันของแต่ละกลุ่มมีส่วนผสมเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร 3) อัตราส่วนของส่วนผสมมีผลต่อลักษณะ รสชาติ กลิ่น และสีของวันหรือไม่ อย่างไร จะเห็นว่าจากกิจกรรมนี้ นักเรียนได้ใช้ความรู้ในศาสตร์ต่างๆ ของ STEAM มาใช้ในการทำกิจกรรมอย่างเป็นขั้นตอน โดยเริ่มจากการกำหนดปัญหา รวบรวมข้อมูล ออกแบบ ปฏิบัติปรับปรุงแก้ไข และสรุปผล ซึ่งสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาได้

จากตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ของครูข้างต้นจะเห็นว่า การอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหนูนาค่อเนื่องช่วยให้ครูมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดสเต็มศึกษา และสามารถนำความรู้ที่ได้มาออกแบบและเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาที่เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก โดยระหว่างปฏิบัติการกิจกรรมจะมีโค้ชเป็นพี่เลี้ยงคอยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ (Facilitator) ให้คำปรึกษา และให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อให้ครูปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความถูกต้องและเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนจนสามารถนำไปจัดกิจกรรมในชั้นเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบการโค้ชเพื่อเสริมสร้างทักษะการสื่อสารด้วยภาษาอังกฤษของนิสิตการศึกษาศาสตร์บัณฑิต จากงานวิจัยของ Wangphasit (2019) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความเข้าใจ 2) ขั้นวางแผนร่วมกัน 3) ขั้นฝึกฝน 4) ขั้นนำเสนอ 5) ขั้นให้ข้อมูลย้อนกลับ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nuprik (2016) ที่พบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

2.3 ครูมีความสามารถในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาอยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งพบว่าครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาตามแผนการจัดการเรียนรู้ได้ โดยกิจกรรมเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ แบ่งกลุ่มนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นทีม สร้างสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดและแก้ปัญหา มีการใช้สื่อการสอนที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน โดยบทบาทของโค้ชโดยทีมวิจัยและผู้บริหารโรงเรียนทำหน้าที่ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู และสะท้อนผลทันทีหลังการจัดกิจกรรมทุกครั้งที่มีการโค้ช ซึ่งการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้และร่วมกิจกรรมสะท้อนคิด ช่วยทำให้ครูมีความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bruce and Ross (2008) ที่สรุปว่ากระบวนการโค้ชที่มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันส่งผลต่อประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ของครูในรายวิชาคณิตศาสตร์

2.4 ครูมีความพึงพอใจต่อการเข้าร่วมอบรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานงานวิจัย ทั้งนี้เนื่องมาจากการโค้ชที่มีครูพี่เลี้ยงคอยให้คำปรึกษาและแนะนำ ช่วยให้ครูสามารถออกแบบและเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนและนำไปใช้จัดกิจกรรมได้ ดังผลการสัมภาษณ์ของครูคนที่ 1 ว่า “ฉันไม่เคยอบรมและไม่มีความรู้เรื่องสเต็มศึกษามาก่อน การที่มีทีมวิจัยมาช่วยจัดอบรม คอยให้คำปรึกษา และแนะนำอย่างต่อเนื่องด้วยบรรยากาศที่เป็นกันเอง ทำให้ฉันสามารถเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา และมีความมั่นใจในการนำแผนการจัดการไปใช้ในชั้นเรียนได้” ครูมีความพึงพอใจในระบบการกำกับ ติดตาม สะท้อนผลอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ดังผลการสัมภาษณ์ของครูคนที่ 3 ว่า “การกำกับ ติดตาม และสะท้อนผลของโค้ช ช่วย使我ได้ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ และทำให้ฉันสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา ซึ่งนักเรียนรู้สึกสนุก กล้าคิด กล้าถามคำถาม และมีความสุขกับการเรียนมากขึ้น” จากผลการวิจัยจะเห็นว่า ครูมีความพึงพอใจต่อการจัดอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหมุนนำต่อเนื่อง เพราะสามารถส่งเสริมให้ครูเกิดการพัฒนาตนเองเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษาได้

จากผลงานวิจัยสามารถสรุปได้ว่า การอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหมุนนำต่อเนื่องสามารถพัฒนาความสามารถของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา ตามบริบทของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก จังหวัดนครนายกได้ ซึ่งระบบการกำกับ ติดตาม นิเทศ และให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง ส่งผลให้ครูเกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมด้านการจัดการเรียน การสอน ครูมีเจตคติที่ดีต่อระบบการโค้ชด้วยบรรยากาศที่เป็นกันเองอย่างกลายณมิตร ช่วยให้ครูเกิดความมั่นใจในการออกแบบ เขียนแผน และจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด STEAM Education เพื่อพัฒนาผู้เรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับการสรุปของ Joyce and Showers (1988) และ Glickman et al. (2010) ที่ว่ารูปแบบการอบรมครูที่มีการฝึกปฏิบัติในชั้นเรียนและให้ข้อมูลย้อนกลับ และรูปแบบที่มีการติดตามช่วยเหลือ (Coaching) จะประสบผลสำเร็จมากกว่ารูปแบบการอบรมครูที่มีการฝึกปฏิบัติขณะที่มีการฝึกอบรมเพียงอย่างเดียว และสอดคล้องกับแนวคิดของ Neufeld and Roper (2003) ที่กล่าวว่า กิจกรรมหรือโปรแกรมต่างๆ ของการพัฒนาครู ควรมีความเหมาะสมกับบริบท เป้าหมาย ความต้องการในการพัฒนา ควรเน้นการมีส่วนร่วมและการสร้างเจตคติที่ดีในการพัฒนาวิชาชีพซึ่งการโค้ชเป็นวิธีการหนึ่งของการพัฒนาวิชาชีพโดยใช้สถานศึกษาเป็นฐาน (School-Based Professional Development) ที่สามารถพัฒนาบุคลากรให้มีประสิทธิภาพได้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะที่นำไปใช้

การนำรูปแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหมุนนำต่อเนื่องไปใช้ ควรมีการศึกษาสภาพปัญหา ความต้องการ และบริบทของโรงเรียนก่อน เพื่อให้สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับบริบทในโรงเรียนของตนเองได้ ควรมีการกำกับ ติดตาม นิเทศ และให้ผลสะท้อนกลับอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ศึกษาการนำรูปแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหมุนนำต่อเนื่องไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ($N > 8$) เพื่อนำรูปแบบการอบรมครูด้วยการโค้ชแบบหมุนนำต่อเนื่องไปเป็นโมเดลในการพัฒนารูปแบบการอบรมครูในด้านอื่นๆ ต่อไป

References

- Best, J. W. (1977). *Research in education* (3rd ed.). Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Brown, A. L., & Jameson J. (2012). *The role of coaching in vocational education and training*. London: n.p.
- Bruce, C. D., & Ross, J.A. (2008). A model for increasing reform implementation and teacher efficacy: Teacher peer coaching in grades 3 and 6 mathematics. *Canadian Journal of Education*, 31(2), 346-370.
- Dejarnette, N. K. (2012). America's children: Providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.
- Duangstri, P., & Tananitikunroj, T. (2019). Developing the skill of reflective practice for efl teaching through cognitive coaching: A case study of the pre-service teachers of English education program, Loei Rajabhat University. *Journal of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus*, 30(2), 97-111. [in Thai]
- Glickman, C. D, Gordon, S. P., & Ross-Gordon, J. M. (2010). *Supervision and instructional leadership: A developmental approach* (8th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Jerald, C. D. (2007). *Believing and Achieving (Issue Brief)*. Washington DC.: Center for Comprehensive School Reform and Improvement.
- Joyce, B., & Showers, B. (1988). *Student through staff development*. New York: Longman.
- Khumwong, P., Pruekpramool, C., & Phonphok, N. (2017). The impact of STEM education professional development workshop on secondary teachers' STEM teaching efficacy. *Journal of Education, Mahasarakham University*, 11(3), 108-121. [in Thai]
- Kim, Y., & Park, N. (2012). The effect of STEAM Education on elementary school student's creativity improvement. *Computer Applications for Security, Control and System Engineering*, 399, 115-121.
- Morris, J., Slater, E., Fitzgerald, M. T., Lummis, G. W., & Etten, E. (2019). Using local rural knowledge to enhance STEM learning for gifted and talented students in Australia. *Res Sci Educ*, 51, 61-79.
<https://doi.org/10.1007/s11165-019-9823-2>
- Neufeld, B., & Roper, D. (2003). *Coaching: A strategy for developing instructional capacity: promises and practicalities*. Cambridge, MA: Education Matters.
- Nuprik, C. (2016). Assessment for learning: Questioning and feedback to enhance learning. *Journal of Education Silpakorn University*, 13(2), 18-30. [in Thai]
- Office of the Basic Education Commission. (2014). *The management of small-sized school for a high efficiency*. Bangkok: The Agricultural co-operative federation of Thailand. [in Thai]
- Oumpeng, K. (2017). *Approaches for small-sized primary school teachers development in central vicinity provinces based on the concept of action learning and integrated learning management* (Master thesis). Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- Phonakorn, C. (2017). Education in Thailand 4.0. Retrieved from <http://km.li.mahidol.ac.th/thai-studies-in-thailand-4-0/> [in Thai]
- Patphol, M. (2015). Primary education teachers development model for cognitive coaching. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 8(2), 593-612. [in Thai]

- Ritcharoon, R. (2006). *Research to develop learning in classroom action research* (5th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- Sanjaiprom, S., & Intanate N. (2018). A model for developing the mentor teachers' roles in promoting the student teachers' learning management abilities. *Journal of Education Naresuan University*, 20(3), 210-223. [in Thai]
- Sousa, D. A., & Pilecki, T. (2013). *From STEM to STEAM: Using brain-compatible strategies to integrate the arts*. California: Corwin.
- Sriboon, S., & Po-ngern, W. (2019). The learning outcomes of STEAM education based on problem based learning to developing mathematical skills and process for seventh grade students. *Journal of Education Studies*, 47(1), 526-543. [in Thai]
- Srichan, B., & Uamcharoen, S. (2017). Cognitive peer coaching model for promoting instructional competency of teacher to enhance metacognition of students in Bangkok Metropolitan Administration. *Silpakorn Educational Research Journal*, 9(1), 84-99. [in Thai]
- Theparee, P., & Patphol, M. (2014). A development of professional learning community model for the primary school teachers. *Silpakorn Educational Research Journal*, 6(2), 284-296. [in Thai]
- Vasquez, J., Sneider, C., & Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials grades 3-8: Integrating science, technology, engineering and mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Wangphasit, L. (2019). A development of coaching model to enhance English communication skill of education students' Srinakharinwirot University. *Journal of Education Naresuan University*, 21(1), 183-195. [in Thai]
- Wongnate, M. (2015). A Study of the problems and the presentation of the teacher development trend for learning management on students' thinking skill by using Deming cycle in educational extended school under Ayutthaya Primary Education Service Area Office 1. *VRU Research and Development Journal Humanities and Social Science*, 10(1), 1-14. [in Thai]

บทความวิจัย (Research Article)

การสร้างแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

A CONSTRUCTION OF POSITIVE THINKING TEST FOR HIGH SCHOOL STUDENTS

Received: May 28, 2020

Revised: June 29, 2020

Accepted: July 17, 2020

มะลิวัลย์ เทพมงคล^{1*} และปกรณ์ ประจันบาน²Maliwan Thepmongk^{1*} and Pakorn Prachanban²^{1,2}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร^{1,2}Faculty of Education, Naresuan University, Phisanulok 65000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: maliwant60@nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้าง ตรวจสอบคุณภาพ และทั้งสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงบวก ทำให้ได้แบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไป และแบบวัดการคิดเชิงบวกที่มี 6 องค์ประกอบ จำนวน 42 ข้อคำถาม ซึ่งทั้ง 42 ข้อคำถาม มีค่า IOC มากกว่า 0.6 และมีค่าอำนาจจำแนกมากกว่าศูนย์อย่างมีนัยทางสถิติ และจากการสุ่มทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 466 คน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นนักเรียนเพศหญิงคิดเป็นร้อยละ 73.6 แยกเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6, 5 และ 4 คิดเป็นร้อยละ 36.1, 32.8 และ 31.1 ตามลำดับ และส่วนใหญ่ของนักเรียนมีเกรดเฉลี่ยระหว่าง 3.01 – 4.00 คิดเป็นร้อยละ 58.6 และพบว่า แบบวัดมีความตรงเชิงโครงสร้างอย่างมีนัยทางสถิติ โดยมีค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.994 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบของ Tucker และ Lewis (TLI) เท่ากับ 0.993 ดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.013 ค่าดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยของเศษเหลือมาตรฐาน (SRMR) เท่ากับ 0.036 ความเชื่อมั่นของแบบวัดเท่ากับ 0.947 และได้เกณฑ์ปกติของแบบวัดมีค่าอยู่ระหว่าง T_{21} ถึง T_{72}

คำสำคัญ: การสร้างแบบวัด การคิดเชิงบวก มัธยมศึกษาตอนปลาย

Abstract

This research aims to conduct a positive thinking test for high school student and to investigate the qualities of the test in term of discrimination, reliability as well as content and construct validity. The norms are also added in order to identify the individual level of positive thinking. According to reviewing literature the positive thinking test for high school student had been constructed which is composed of two parts; demographic questions and the positive thinking test. The positive thinking test is composed of 6 components each including 42 questions relating to the positive thinking. The test is also efficiency both in term of content validity which *IOC* is more than 0.6 and discrimination which is significantly not equal zero. To confirm the validity of the model 466 samples had again randomly been selected. Most of which (73.6%) was female; 36.1%, 32.8%, and 31.1% of which came from Mattayom 6, 5 and 4, respectively. Most of the sampled students (53.6%) had GPA between 3.01- 4.00. In addition, the results of confirmatory factor analysis (CFA) indicate that the model of positive thinking test is significantly

appropriate at 0.05 level having CFI = 0.994, TLI = 0.993, RMSEA = 0.013 and SRMR = 0.036. Furthermore, the proposed test, together with the norms (T-score) between T_{21} to T_{72} , is productive and efficiency both in term of the reliability and validity with Cronbach's alpha coefficient be 0.947.

Keywords: Creating a Test, Positive Thinking, High School

บทนำ

วัยรุ่นเป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านร่างกายและด้านจิตใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านจิตใจที่มีการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์และความรู้สึกทั้งต่อตนเองและคนรอบข้าง ไม่ว่าจะเป็นคนในครอบครัว เพื่อน ครู ตลอดจนคนในสังคม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมที่แสดงออกมาของวัยรุ่น ซึ่งวัยรุ่นบางส่วนจะแสดงพฤติกรรมออกไปในทิศทางที่เหมาะสม ไม่ว่าจะเป็นการแต่งตัวที่ต้องตามกฎระเบียบของโรงเรียน พุดจาไฟเราะ มีเหตุผลในการแสดงความคิดเห็น ไม่ทะเลาะวิวาทยกพวกตีกัน ไม่ข้องเกี่ยวกับการพนันและยาเสพติด เป็นต้น แต่ก็ยังมีวัยรุ่นบางส่วนแสดงพฤติกรรมออกไปในทิศทางที่ไม่เหมาะสม ซึ่งการแสดงพฤติกรรมในลักษณะนี้มักจะก่อให้เกิดเป็นปัญหาใหญ่ของสังคมได้เช่นกัน อย่างไรก็ตามหากแต่วัยรุ่นซึ่งเป็นวัยที่จะเจริญเติบโตเป็นพลเมืองที่ดีและเป็นกำลังของประเทศชาติในการขับเคลื่อนประเทศชาติพัฒนาก้าวหน้าไปข้างหน้า สามารถเรียนรู้ จัดการ และเตรียมความพร้อมกับการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ก็จะนำไปสู่การจัดการแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ก่อเกิดผลดีมากมายทั้งต่อตนเอง ครอบครัว สังคม และประเทศชาติต่อไป ในทางกลับกันหากแต่วัยรุ่นไม่สามารถจัดการ เรียนรู้ และเตรียมความพร้อมเพื่อหาทางแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เข้ามาในชีวิตได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม หรือขาดประสิทธิภาพ จะทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมามากมายทั้งต่อตนเอง ครอบครัว สังคม และประเทศชาติต่อไปได้ เช่น การเสพยาเสพติด การพนัน การยกพวกตีกัน การฆ่าตัวตาย การประชดชีวิตด้วยการทำร้ายร่างกาย ฯลฯ นอกจากนี้ ยังพบว่า มีภาวะโรคซึมเศร้าและมีการฆ่าตัวตายเกิดขึ้นในกลุ่มวัยเด็ก ซึ่งปัญหาต่างๆ เหล่านี้ต่างสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพการปรับและการเตรียมพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของวัยรุ่นทั้งสิ้น

จากแนวคิดการบำบัดปรับเปลี่ยนความคิดและพฤติกรรม (Cognitive – Behavioral Therapy) ที่ได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรความคิด (Thoughts) อารมณ์ (Emotions) และพฤติกรรม (Behavior) กล่าวคือ ความคิดส่งผลต่ออารมณ์ อารมณ์ส่งผลต่อพฤติกรรม พฤติกรรมส่งผลต่อความคิด และในทางกลับกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวแปรความคิด ซึ่งหากเกิดความคิดด้านลบจะนำไปสู่พฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม (Rakmanee Wong, 2013, pp. 7-24) ดังนั้น หากบุคคลมีการคิดเชิงบวกก็มีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก อย่างที่เห็นได้ชัดเจน คือ การคิดเชิงบวกช่วยให้มีสุขภาพจิตดี ช่วยลดภาวะซึมเศร้าและโรคประสาท และยังช่วยให้มีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในคนปกติที่มีการดูแลสุขภาพที่ดีอยู่แล้ว การคิดเชิงบวกยังช่วยให้การเจ็บป่วยทุเลาได้เร็วกว่าคนที่มองโลกในแง่ลบ นอกจากนี้ คนที่มองโลกในแง่บวกมักจะประสบความสำเร็จในทุกๆ ด้าน มากกว่าคนที่มองโลกในแง่ลบ และเนื่องจากคนที่มองโลกในแง่บวกจะให้อภัยในความผิดของผู้อื่นจึงทำให้มีสัมพันธภาพกับคนอื่นได้ยืนยาวมากขึ้น และนอกจากนี้ การคิดเชิงบวกยังจะนำไปสู่ความเจริญรุ่งเรืองประสบความสำเร็จ สามารถปรับตัวได้ดี และอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (Seligman as cited in Phuachoo, 2004, p. 35; Naksin, 2009, p. 9)

ดังนั้น การที่จะส่งเสริม สนับสนุน ให้ความรู้ในการคิดเชิงบวก และจัดกิจกรรมที่จะส่งเสริมให้บุคคลเกิดการคิดเชิงบวก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการส่งเสริมการคิดเชิงบวกให้แก่วัยรุ่น ซึ่งเป็นวัยที่มีความเป็นตัวของตัวเอง ต้องการความเป็นอิสระ และมีความแตกต่างทางลักษณะเฉพาะตัว และยังเป็นวัยได้รับผลกระทบจากการมองโลกที่เกิดจากปัญหาอุปสรรคที่เคยพบเจอในอดีตที่ต่างกัน โดยเฉพาะในด้านการเรียน การคบเพื่อน และการปรับตัวให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เหล่านี้ต่างส่งผลให้กระบวนการเรียนรู้ที่จะมองโลกในแง่บวก และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นอีกหนึ่งกลุ่มวัยรุ่นที่มีความสำคัญต่อระบบสังคมและประเทศชาติในอนาคตเป็นอย่างมาก ส่วนการที่จะวัดระดับการคิดเชิงบวกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้นั้นจำเป็นจะต้องมีเครื่องมือในการวัดระดับการคิดเชิงบวก ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ตอนปลาย กรณีศึกษานักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 ที่มีประสิทธิภาพทั้งในแง่ของความตรงเชิงเนื้อหา อำนาจจำแนก ความตรงเชิงโครงสร้าง และความเชื่อมั่น สามารถประเมินระดับการคิดเชิงบวกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้ นำผลที่ได้จากการประเมินดังกล่าวมาใช้ในการวิเคราะห์ วางแผน ส่งเสริม และป้องกันสาเหตุที่จะส่งผลกระทบต่อการคิดเชิงบวกของนักเรียนได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ และสามารถประยุกต์ใช้แบบวัดการคิดเชิงบวกนี้กับกรณีศึกษาอื่นๆ ต่อไปในอนาคตได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) สำหรับแปลความหมายของคะแนนจากแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

วิธีการวิจัย

ในการสร้างแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีคุณภาพทั้งในแง่ของความตรงเชิงเนื้อหา อำนาจจำแนก ความตรงเชิงโครงสร้าง และความเชื่อมั่น ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยนี้โดยใช้นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 เป็นกรณีศึกษา นอกจากนี้ ยังมีวัตถุประสงค์ในการสร้างเกณฑ์ปกติสำหรับประเมินระดับการคิดเชิงบวกของนักเรียนด้วย ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการสร้างแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงบวก
3. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อนำมาเป็นกรอบในการสร้างข้อคำถาม
4. ดำเนินการสร้างแบบวัดความคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายให้สอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการที่ได้กำหนดไว้ในข้อ 3 ซึ่งกำหนดข้อคำถามที่สร้างเป็นลักษณะแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ มากที่สุด มากปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด
5. ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) และคัดเลือกข้อคำถามที่มีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป ไว้ในแบบวัดการคิดเชิงบวกต่อไป
6. ดำเนินการปรับแก้ไขแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสม ด้านภาษา ด้านเวลาในการประเมิน และการใช้งานได้จริงของแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยพิจารณาร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษา กระทั่งได้แบบวัดความคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ และผ่านเกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้อง
6. ตรวจสอบอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยทดลองใช้แบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้ในข้อ 6 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายตัวอย่าง (Try out) จำนวน 50 คน ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่ายจากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกเป็นค่าบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ไว้ในแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
7. ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) โดยทดลองใช้แบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาและอำนาจจำแนกที่ได้ในข้อ 7 มาใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายตัวอย่างจำนวน 466 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Sampling) จากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 แล้วนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA)

8. ตรวจสอบความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายทั้งฉบับ โดยข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมไว้ในข้อ 8 ในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient)

9. ได้แบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายฉบับสมบูรณ์ที่มีคุณภาพทั้งด้านความตรงเชิงเนื้อหา อำนาจจำแนก ความตรงเชิงโครงสร้าง และความเชื่อมั่น

10. สร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) โดยการนำคะแนนการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รวบรวมไว้ในข้อ 8 ไปปรับเป็นค่าคะแนนที่ปกติ (Normalized T-score) แล้วจึงแบ่งค่าคะแนนที่ปกติเป็น 5 ระดับ ตามเกณฑ์ปกติคะแนนที่

ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการรวบรวมเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงบวก ทำให้ได้แบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ จำนวน 54 ข้อคำถาม ซึ่ง “การคิดเชิงบวก” ในที่นี้ หมายถึง “การที่บุคคลมีแรงโน้มน้าวจิตใจให้คิดหรือมีทัศนคติในแง่ที่ดีต่อตนเอง และต่อผู้อื่น แม้ว่าจะต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่ยากลำบากต่อการคิดและการมีทัศนคติในแง่ที่ดี ตลอดจนแสดงพฤติกรรมออกมาในทางที่เหมาะสม” ซึ่งมีองค์ประกอบที่จะทำให้เกิดแรงโน้มน้าวจิตใจดังกล่าวทั้งสิ้น 6 องค์ประกอบ จำนวน 9, 10, 9, 9, 8 และ 9 ข้อ ตามลำดับ ดังนี้

1.1 ความเชื่อมั่นในตัวเอง หมายถึง การที่บุคคลมีความเชื่อมั่นและพึงพอใจในสิ่งที่ตนเองมีอยู่ เช่น ทักษะ ความรู้ ความสามารถ ความคิด ความรัก ความอบอุ่น รูปร่างหน้าตา เป็นต้น นั้นเพียงพอที่จะทำให้ตนเองประสบความสำเร็จตามความคาดหวัง ตลอดจนสามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่ผ่านเข้ามาในชีวิตได้ และดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุขได้

1.2 การควบคุมอารมณ์ตนเอง หมายถึง การที่บุคคลมีความสามารถในการควบคุม และจัดการกับอารมณ์ ความรู้สึก และการแสดงออกของพฤติกรรมต่อสถานการณ์ต่างๆ ที่ประสบพบเจอทั้งดีและไม่ดี ทั้งที่พึงปรารถนาและไม่พึงปรารถนา ให้เป็นไปในทิศทางที่เหมาะสม เป็นที่ยอมรับได้ของสังคม ถูกต้องตามกฎหมาย จารีต ธรรมเนียม และประเพณีปฏิบัติของสังคมนั้นๆ ได้ ตลอดจนมีความสามารถในการมีสติรู้เท่าทันและยอมรับความเป็นจริงที่เกิดขึ้นได้

1.3 การมองโลกในแง่ดี หมายถึง การที่บุคคลสามารถมองเห็นสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัวในแง่ดีและสอดคล้องตามหลักความเป็นจริง แม้ว่าจะอยู่ในสถานการณ์ที่เลวร้ายหรือสถานการณ์ที่คับขัน สามารถมองเห็นโอกาสจากปัญหาที่พบเจอได้ และมีความคาดหวังว่าจะเกิดสิ่งที่ดีกับตนเองและสามารถแก้ปัญหาตลอดจนสามารถเอาชนะต่ออุปสรรคได้

1.4 ความมุ่งมั่น หมายถึง การที่บุคคลมีความมุ่งมั่น ความตั้งใจ ความพยายามและความกระตือรือร้นในการทำงาน หรือกระทำการสิ่งหนึ่งให้ประสบผลสำเร็จตามที่คาดหวังไว้ โดยไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค ปัญหา และความยากลำบากที่ประสบพบเจอ

1.5 การกล้าเผชิญกับปัญหาและอุปสรรค หมายถึง การที่บุคคลมีความสามารถในการยอมรับและไม่หลีกเลี่ยงปัญหาหรืออุปสรรคหรือสถานการณ์เลวร้ายที่เกิดขึ้น เพื่อที่จะต่อสู้ และแก้ไขกับปัญหาหรืออุปสรรคหรือสถานการณ์เลวร้ายที่เกิดขึ้นนั้นๆ จนกระทั่งสามารถผ่านพ้นไปได้

1.6 การรับฟังและช่วยเหลือผู้อื่น หมายถึง การที่บุคคลยอมรับฟังความคิดเห็นทั้งด้านบวกและด้านลบจากผู้อื่นที่เข้ามาแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาตนเอง ทั้งยังยอมรับในความสามารถของคนอื่น ตลอดจนมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่น และให้การช่วยเหลือผู้อื่นเท่าที่ตนเองจะสามารถทำได้โดยไม่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนต่อตนเอง

2. ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พบว่า จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้องค์ประกอบการคิดเชิงบวกและข้อคำถามเกี่ยวกับการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 6 องค์ประกอบ 49 ข้อคำถาม โดยพิจารณาตามองค์ประกอบพบว่า องค์ประกอบที่ 1 มีข้อที่ตัดทิ้ง 1 ข้อ ได้แก่ ข้อ 7 มีค่า IOC เท่ากับ 0.40 องค์ประกอบที่ 2 มีข้อที่ตัดทิ้ง 1 ข้อ ได้แก่ ข้อ 18 มีค่า IOC เท่ากับ 0.20 องค์ประกอบที่ 3 มีข้อที่ตัดทิ้ง 2 ข้อ ได้แก่ ข้อ 27, 28 มีค่า IOC เท่ากับ 0.20 องค์ประกอบที่ 5 มีข้อที่ตัดทิ้ง 1 ข้อ ได้แก่ ข้อ 42 มีค่า IOC เท่ากับ 0.20 และข้อ 41, 43, 44 ได้ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ องค์ประกอบที่ 4 และองค์ประกอบที่ 6 ไม่มีข้อคำถามที่ถูกตัดทิ้ง

3. ผลการตรวจสอบอำนาจจำแนก พบว่า ค่าอำนาจจำแนกรายข้อมี 42 ข้อที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.298-0.698 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีเพียงข้อ 7 ข้อ ได้แก่ ข้อ 5, 7, 11, 13, 14, 43 และ 46 ที่ให้ค่าต่ำกว่า 0.298 และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการตัดออก ดังนั้นจึงทำให้ได้แบบวัดการคิดเชิงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ประกอบด้วยองค์ประกอบการคิดเชิงบวกจำนวน 6 องค์ประกอบ 42 ข้อคำถาม และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.910

4. ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง พบว่าข้อคำถามของการคิดเชิงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 42 ข้อ มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 2.92 - 4.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าตั้งแต่ 0.684 - 1.100 โดยข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ข้อ 42 ($\bar{X} = 4.45$) และข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยน้อยสุด คือ ข้อ 10 ($\bar{X} = 2.92$) เมื่อพิจารณาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อคำถามที่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด คือ ข้อ 10 (S.D. = 1.10) และข้อคำถามที่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด คือ ข้อ 1 (S.D. = 0.68) นอกจากนี้ ยังพบว่า ข้อคำถามเกือบทุกคู่มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05

ตาราง 1 คำนำน้าหนักองค์ประกอบ (Factor Loading: FL) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error: SE) ค่าสถิติทดสอบที่ (t - test) และค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2)

ข้อ	ข้อคำถาม	FL	SE	t-test	R^2
องค์ประกอบที่ 1 ความเชื่อมั่นในตัวเอง (Self-confidence)					
1	ฉันเชื่อมั่นว่าฉันมีทักษะ ความรู้ และความสามารถเพียงพอที่จะแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่ผ่านเข้ามาในชีวิตได้	0.448	0.030	14.689*	0.436
2	ฉันเชื่อมั่นว่าฉันเป็นที่รักและเป็นคนสำคัญของเพื่อนๆ และคนรอบข้าง	0.383	0.037	10.245*	0.242
3	ฉันเชื่อมั่นว่าคนในครอบครัวรัก ห่วงใย และคอยเป็นกำลังใจให้ฉัน	0.299	0.037	7.988*	0.152
4	เมื่อพบกับอุปสรรค ฉันจะผ่านมันไปได้ด้วยความสามารถของตนเอง	0.464	0.031	15.073*	0.450
5	เมื่อต้องทำงานหรือได้รับมอบหมายงานที่ทำทลายความสามารถ ฉันมั่นใจว่าตนเองสามารถทำได้ดี	0.460	0.034	13.600*	0.386
6	ฉันเชื่อว่าฉันสามารถแก้ไขปัญหาและหาทางออกที่เหมาะสมได้เสมอ เมื่อฉันต้องอยู่ในสถานการณ์ที่ซับซ้อน	0.477	0.032	14.786*	0.431
องค์ประกอบที่ 2 การควบคุมอารมณ์ตนเอง (Self-control)					
7	เมื่อเกิดสถานการณ์คับขัน ฉันจะพยายามตั้งสติไม่ให้ตื่นตระหนก	0.487	0.040	12.062*	0.381
8	เมื่อมีคนหรือมีเรื่องที่ทำให้ฉันรู้สึกโกรธ หงุดหงิด โมโห หรือไม่พอใจ ฉันสามารถเก็บอาการและไม่ได้ตอบด้วยพฤติกรรมที่ก้าวร้าวได้	0.466	0.049	9.499*	0.246
9	หากฉันรู้ตัวว่าเรื่องที่ฉันกำลังพูดอยู่ ทำให้คนฟังไม่สบายใจ ฉันจะหยุดและเปลี่ยนเรื่องคุยทันที	0.451	0.047	9.689*	0.225
10	เมื่อฉันมีความวิตกกังวลใจ ฉันจะจัดการกับอารมณ์นั้น ด้วยการ นั่งสมาธิทำให้สงบ	0.390	0.051	7.592*	0.132
11	เมื่อถูกคุณครูตำหนิ โดยที่ฉันไม่ได้มีความผิด ฉันจะอธิบายความจริงจนกว่าคุณครูจะรับฟัง ด้วยความสุภาพและมีเหตุผล	0.666	0.050	13.318*	0.484
12	หากมีเพื่อนชวนโดดเรียน ฉันจะปฏิเสธไม่ไปเพราะเป็นการกระทำที่ผิดกฎระเบียบของโรงเรียน	0.416	0.052	8.014*	0.148
องค์ประกอบที่ 3 การมองโลกในแง่ดี (Optimism)					
13	เมื่อพบกับสถานการณ์ที่เลวร้าย ฉันคิดว่ามีสิ่งที่ดีซ่อนอยู่เสมอ	0.494	0.039	12.819*	0.328
14	เมื่อมีปัญหาฉันคิดว่านี่เป็นบทเรียนที่จะช่วยให้พัฒนาตนเอง	0.607	0.031	19.291*	0.610
15	ฉันเชื่อว่าเมื่อเจอปัญหาหรืออุปสรรคย่อมมีทางออกเสมอ แม้สถานการณ์นั้นจะคับขันก็ตาม	0.574	0.031	18.590*	0.589
16	หากประสบอุบัติเหตุได้รับบาดเจ็บเล็กน้อย ฉันคิดว่าโชคดีแล้วที่ ไม่เป็นอะไรมากไปกว่านี้	0.515	0.035	14.514*	0.386
17	เมื่อพบปัญหาในการทำงาน ฉันจะคิดว่านี่คือแบบทดสอบในชีวิต	0.576	0.034	17.132*	0.510
18	เมื่อเกิดปัญหาฉันคิดว่าฉันสามารถทำวันนี้ให้ดีกว่าเมื่อวานได้	0.628	0.034	18.361*	0.605
19	เวลาที่ฉันไม่สบาย ฉันมักคิดเสมอว่านี่เป็นสิ่งที่ทำให้ฉันเห็นคุณค่าของการมีชีวิตอยู่	0.618	0.040	15.415*	0.435

ข้อ	ข้อความ	FL	SE	t-test	R ²
องค์ประกอบที่ 4 ความมุ่งมั่น (Earnestness)					
20	ฉันจะทุ่มเททำงานมากกว่าคนอื่น ถ้ามันเป็นสิ่งที่ทำให้ได้รับผลสำเร็จในสิ่งที่ตั้งเป้าหมายไว้	0.469	0.032	14.522*	0.405
21	ฉันจะไม่ยอมล้มเลิกสิ่งที่ทำ แม้ต้องพบกับปัญหาจนกว่าจะประสบผลสำเร็จตามที่ตั้งเป้าหมายไว้	0.514	0.031	16.352*	0.473
22	ฉันตั้งใจทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มที่ให้สำเร็จตามที่ตั้งเป้าหมายไว้	0.603	0.030	19.983*	0.632
23	แม้ว่าฉันจะต้องเจอปัญหาในการเรียน ฉันจะไม่ย่อท้อต่อปัญหาที่กำลังเจออยู่	0.589	0.032	18.354*	0.560
24	ฉันจะตั้งเป้าหมายกับผลการเรียน และทำให้ได้ตามที่ต้องการ	0.566	0.037	15.175*	0.408
25	ฉันจะไม่โดดเรียน แม้จะเรียนไม่เข้าใจหรือไม่ชอบวิชานั้นก็ตาม	0.514	0.040	12.865*	0.304
26	ฉันมักจะวางแผนการอ่านหนังสือ และจะทำตามแผนที่วางไว้ให้ได้มากที่สุดก่อนสอบทุกครั้ง	0.486	0.042	11.697*	0.271
27	เมื่อคุณครูสั่งงาน ฉันจะกระตือรือร้นทำงานให้ทันส่งตรงตามเวลาที่กำหนด	0.586	0.040	14.698*	0.402
28	หากฉันสอบตก ฉันไม่ย่อท้อและจะเตรียมตัวให้พร้อมกว่าเดิมสำหรับการสอบครั้งถัดไป	0.624	0.034	18.339*	0.602
องค์ประกอบที่ 5 การกล้าเผชิญกับปัญหาและอุปสรรค (Confrontation in Problems and Obstacles)					
29	เมื่อต้องเผชิญกับความล้มเหลว ฉันคิดว่านั่นเป็นบทเรียนที่ท้าทายให้พัฒนาตนเอง	0.635	0.035	18.109*	0.554
30	เมื่อเกิดปัญหาขึ้นมาฉันจะหาทางแก้ไขมากกว่าคิดว่าใครเป็นคนผิด	0.529	0.033	16.240*	0.477
31	เมื่อพบกับความผิดหวังฉันสามารถยอมรับและเผชิญกับปัญหาพร้อมทั้งหาทางออกของปัญหาได้	0.559	0.035	16.202*	0.472
32	หากฉันไม่เข้าใจบทเรียนที่คุณครูสอน ฉันจะหาโอกาสไปพบคุณครูผู้สอนเพื่อให้คุณครูอธิบายในส่วนที่ไม่เข้าใจเพิ่มเติม	0.521	0.044	11.868*	0.289
33	เมื่อได้รับการเสนอให้ทำงานที่ยาก ฉันจะทำมันอย่างแน่นอน	0.560	0.038	14.838*	0.405
34	ฉันกล้าที่จะยอมรับกับสิ่งที่ฉันทำเสมอ	0.597	0.034	17.815*	0.534
35	หากฉันทำการบ้านผิด ฉันจะให้ความสนใจในการแสวงหาคำตอบที่ถูกต้อง	0.560	0.038	14.705*	0.399
องค์ประกอบที่ 6 การรับฟังและช่วยเหลือผู้อื่น (Open-mindedness and Hospitality)					
36	ฉันเต็มใจให้การช่วยเหลือคนมาขอให้ช่วยเหลือจากฉัน หากเรื่องนั้นไม่ทำให้ฉันเดือดร้อน	0.561	0.033	17.029*	0.525
37	เมื่อมีคนให้คำแนะนำหรือมีคนมาตำหนิต่อฉัน ฉันมักคิดว่าบุคคลนั้นกำลังหวังดีอยากให้อันแก่ไขข้อบกพร่องของตนเอง	0.551	0.033	16.861*	0.517
38	ฉันกล้าแสดงความคิดเห็นแม้ความคิดเห็นนั้นจะแตกต่างจากผู้อื่น	0.489	0.040	12.241*	0.295
39	ฉันสามารถรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ถึงแม้จะไม่ใช่ว่าความจริง	0.386	0.043	8.965*	0.183
40	ฉันมีความยินดีเมื่อเห็นเพื่อนและคนรอบข้างประสบความสำเร็จ	0.533	0.032	16.466*	0.502
41	ฉันยินดีรับฟังคำแนะนำจากผู้อื่นเพื่อนำมาปรับปรุงและพัฒนาตัวเองให้ดีขึ้น	0.567	0.032	17.887*	0.560
42	ฉันเชื่อเสมอว่าคนเราทุกคนมีความถนัด และความสามารถที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงไม่แปลกที่จะมีความคิดเห็นที่ไม่ตรงกัน	0.456	0.034	13.260*	0.385
$\alpha = 0.947, \chi^2 = 700.573, df = 652, p\text{-value} = 0.0915, CFI = 0.994, TL I = 0.993, RMSEA = 0.013, SRMR = 0.036$					

หมายเหตุ: * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 1 พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบเชิงยืนยันของการคิดเชิงบวกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้ง 42 ข้อคำถาม มีค่าเป็นบวก โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.299 - 0.635 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกข้อคำถาม

5. ผลการตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.947

6. ผลการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้งนี้เพื่อให้ได้เกณฑ์ปกติสำหรับการประเมินระดับการคิดเชิงบวกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตพื้นที่สำนักงานการศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 จากการประเมินโดยใช้แบบวัดการคิดเชิงบวกที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมา ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้สร้างเกณฑ์ปกติได้ ดังนี้

ตาราง 2 แสดงค่าสถิติพื้นฐานขององค์ประกอบการคิดเชิงบวก ($n = 466$)

องค์ประกอบการคิดเชิงบวก	คะแนนเต็ม	Min (T-score)	Max (T-score)	$\bar{X}$	S.D.	S_k	Ku
1. ความเชื่อมั่นในตนเอง	30	15 (19.26)	30 (70.68)	23.97	2.917	-0.352	-0.173
2. การควบคุมอารมณ์ตนเอง	30	6 (4.55)	30 (71.48)	22.30	3.586	-0.665	1.341
3. การมองโลกในแง่ดี	35	15 (19.43)	35 (65.92)	28.15	4.302	-0.381	-0.447
4. ความมุ่งมั่น	45	20 (19.96)	45 (66.58)	36.11	5.362	-0.395	-0.603
5. การกล้าเผชิญกับปัญหาและอุปสรรค	35	12 (15.63)	35 (67.97)	27.10	4.395	-0.324	-0.173
6. การรับฟังและช่วยเหลือผู้อื่น	35	18 (22.55)	35 (65.61)	28.84	3.947	-0.557	-0.236
การคิดเชิงบวก	210	110 (21.58)	210 (71.91)	166.47	19.871	-0.364	-0.418

หมายเหตุ: Min: คะแนนต่ำสุดของตัวอย่าง; Max: คะแนนสูงสุดของตัวอย่าง; S_k : สัมประสิทธิ์ความเบ้; Ku : สัมประสิทธิ์ความโด่ง

จากตาราง 2 พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีการคิดเชิงบวกอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 166.47$, S.D. = 19.871) เมื่อพิจารณาแยกเป็นองค์ประกอบ ปรากฏว่า องค์ประกอบที่ 1 และองค์ประกอบที่ 6 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 23.97$, S.D. = 2.917), ($\bar{X} = 28.84$, S.D. = 3.947) ส่วนองค์ประกอบที่ 2 องค์ประกอบที่ 3 องค์ประกอบที่ 4 และองค์ประกอบที่ 5 อยู่ในระดับสูง ($\bar{X} = 22.30$, S.D. = 3.586), ($\bar{X} = 28.15$, S.D. = 4.302), ($\bar{X} = 36.11$, S.D. = 5.362) และ ($\bar{X} = 27.10$, S.D. = 4.395) ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบว่า ค่าความเบ้น้อยกว่าศูนย์ ($S_k = -0.364$) แสดงว่าคะแนนโดยภาพรวมมีการกระจายแบบเบ้ซ้าย เมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบ พบว่า มีการกระจายแบบเบ้ซ้ายเล็กน้อย ($S_k = -0.352$, -0.665, -0.381, -0.395, -0.324 และ -0.557) และเมื่อพิจารณาความโด่งหรือขนาดความสูงของการแจกแจงคะแนนการคิดเชิงบวก พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งน้อยกว่าศูนย์ ($Ku = -0.418$) แสดงว่าการแจกแจงมีความโด่งแบนราบกว่าปกติ และเมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบที่ 1 องค์ประกอบที่ 3 องค์ประกอบที่ 4 องค์ประกอบที่ 5 และองค์ประกอบที่ 6 มีค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งน้อยกว่าศูนย์ ($Ku = -0.173$, -0.447, -0.603, -0.173 และ -0.236) แสดงว่าการแจกแจงที่มีความโด่งแบนราบกว่าปกติเช่นกัน มีเพียงองค์ประกอบที่ 2 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งมากกว่าศูนย์ ($Ku = 1.341$) แสดงว่าการแจกแจงมีความโด่งมากกว่าปกติ

จากการใช้เกณฑ์แบ่งระดับคะแนนการคิดเชิงบวกด้วยคะแนนที่ (T-score) โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ ระดับการคิดเชิงบวกสูงมาก สูง ปานกลาง ต่ำ และต่ำมาก ซึ่งมีค่าคะแนนที่ (T-score) เป็นดังต่อไปนี้

ตาราง 3 แสดงจำนวน และร้อยละ ของนักเรียนแยกตามระดับการคิดเชิงบวก

คะแนนดิบ	คะแนน T	ระดับการคิดเชิงบวก	จำนวน	ร้อยละ
≥ 196	≥ 65	สูงมาก	25	5.4
174 – 195	54 – 64	สูง	156	33.5
152 – 173	43 – 53	ปานกลาง	181	38.8
130 – 151	32 – 42	ต่ำ	81	17.4
≤ 129	≤ 31	ต่ำมาก	23	4.9
รวม			466	100

จากตาราง 3 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายส่วนใหญ่มีการคิดเชิงบวกอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 38.8 รองลงมา คือ มีการคิดเชิงบวกอยู่ในระดับสูง ต่ำ สูงมาก และ ต่ำมาก คิดเป็นร้อยละ 33.5, 17.4, 5.4 และ 4.9 ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผล

1. ผลการสร้างแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการศึกษาค้นคว้าแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงบวกที่ผู้วิจัยได้นำเสนอไว้ในส่วนรายการอ้างอิง ทำให้ได้แบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีคุณภาพทั้งในแง่ของความตรงเชิงเนื้อหาโดยมีค่า *IOC* ตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป มีค่าอำนาจจำแนกที่มีค่าเป็นบวกอย่างมีนัยทางสถิติ ความตรงเชิงโครงสร้างอย่างมีนัยทางสถิติ และความเชื่อมั่นทั้งฉบับสูงถึง 0.947 ซึ่งแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่สร้างขึ้นดังกล่าวประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ ระดับชั้น และเกรดเฉลี่ย และส่วนที่ 2 แบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ จำนวน 42 ข้อคำถาม ดังปรากฏในตาราง 1

2. ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัด ปรากฏว่าโมเดลแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ได้แก่ ความเชื่อมั่นในตนเอง การควบคุมอารมณ์ตนเอง การมองโลกในแง่ดี ความมุ่งมั่น การกล้าเผชิญปัญหาและอุปสรรค และการรับฟังและช่วยเหลือผู้อื่น มีความตรงเชิงโครงสร้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 โดยค่าน้ำหนักองค์ประกอบเชิงยืนยันของการคิดเชิงบวกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้ง 42 ข้อคำถาม มีค่าเป็นบวกโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.299 - 0.635 ทุกข้อคำถาม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.96 ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.473

องค์ประกอบที่ 1 ความเชื่อมั่นในตนเอง เป็นองค์ประกอบของการคิดเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งสอดคล้องกับ Nakwatchara (2000, pp. 43-44) ได้กล่าวว่า การคิดเชิงบวก เป็นการมองโลกในแง่ดีทำให้มีกำลังใจ ไม่กังวล ไม่ทุกข์ จะเป็นคนอารมณ์ดี มั่นคง มีความมั่นใจในตนเองอย่างสร้างสรรค์ มีกำลังใจต่อสู้กับอุปสรรคเสมอ และมักจะมีความสุขกว่าคนทั่ว ๆ ไปด้วย อีกทั้งยังสอดคล้องกับ Phonsab (2008, pp. 75-76) ได้สรุปว่าความเชื่อมั่นในตนเอง ส่งผลต่อความคิดเชิงบวก รวมถึง Naksin (2009, pp. 11-12) ได้กล่าวว่า การมีความเชื่อมั่นในตนเอง เป็นองค์ประกอบของการคิดเชิงบวก สอดคล้องกับ Srithipun et al. (2016, pp. 1336-1348) ที่กล่าวว่า ความเชื่อเป็นองค์ประกอบของการคิดเชิงบวก และสอดคล้องกับ Supannopaph et al. (2017, pp. 1072-1086) ว่าความเชื่อมั่นในตนเองเป็นส่วนหนึ่งของการคิดเชิงบวก และ Srijun (2018, pp. 1-14) กล่าวว่า การเห็นคุณค่าในตนเอง เป็นส่วนประกอบของความเชื่อมั่นในตนเอง

องค์ประกอบที่ 2 การควบคุมอารมณ์ตนเอง เป็นองค์ประกอบของการคิดเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งสอดคล้องกับ Peiffer (1992, pp. 54 - 57) ที่ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดเชิงบวกประกอบด้วยความรู้จักจัดการกับอารมณ์ของตนเองได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งยังสอดคล้องกับ Phonsab (2008) ซึ่งได้กล่าวว่า องค์ประกอบของการคิดเชิงบวก หมายถึง การคิดอย่างมีหลักการและเหตุผลเกี่ยวกับทุก ๆ สิ่งในชีวิต ในทางที่สร้างความรู้สึที่ดี ความพึงพอใจ และเป็นสุขให้กับ

อารมณ์ความคิดของตนเอง สอดคล้องกับ Naksin (2009, pp. 11-12) ที่กล่าวว่า การควบคุมอารมณ์ที่ดีเป็นองค์ประกอบของการคิดเชิงบวก และสอดคล้องกับ Supannopaph et al. (2017, pp. 1072-1086) ว่าความมั่นคงทางอารมณ์ เป็นส่วนหนึ่งของการคิดเชิงบวก

องค์ประกอบที่ 3 การมองโลกในแง่ดี เป็นองค์ประกอบของการคิดเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งสอดคล้องตามทฤษฎีแนวคิดการคิดเชิงบวกของ Pranorm (2005, pp. 120-121) กล่าวว่า “การคิดเชิงบวก เป็นการมองโลกในแง่ดีและเป็นไปได้ แล้วยังสอดคล้องกับ Naksin (2009, pp. 11-12) กล่าวว่า การมองโลกในแง่ดีเป็นองค์ประกอบของการคิดเชิงบวก ได้สอดคล้องกับ Srithipun et al. (2016, pp. 1072-1086) ที่กล่าวถึง องค์ประกอบของการคิดเชิงบวกว่าประกอบด้วยมุมมองโลกในแง่ดี และสอดคล้องกับ Supannopaph et al. (2017, pp. 1072-1086) กล่าวว่า การมองโลกในแง่ดี การมองโลกตามความจริง เป็นส่วนหนึ่งของการคิดเชิงบวก

องค์ประกอบที่ 4 ความมุ่งมั่น เป็นองค์ประกอบของการคิดเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งสอดคล้องตามทฤษฎีแนวคิดการคิดเชิงบวกของ Ventrella (2002, p. 39) กล่าวว่า ความมุ่งมั่น (Determination) หมายถึง การไล่ตามเป้าหมาย วัตถุประสงค์ หรือสิ่งที่จำเป็นในชีวิตอย่างไม่รู้จักเหน็ดเหนื่อย ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการคิดเชิงบวก และ Supannopaph et al. (2017, pp. 1072-1086) กล่าวว่า ความมุ่งมั่นเป็นองค์ประกอบของการคิดเชิงบวก

องค์ประกอบที่ 5 การกล้าเผชิญปัญหาและอุปสรรค เป็นองค์ประกอบของการคิดเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 สอดคล้องกับแนวคิดการคิดเชิงบวกของ Peiffer, V. (2005, pp. 54 - 57) ซึ่งกล่าวว่า การกล้าเผชิญกับปัญหาและอุปสรรค เป็นองค์ประกอบของการคิดเชิงบวก ส่วน Nakwatchara (2000, pp. 43-44) ได้กล่าวว่า “การคิดเชิงบวก เป็นการมองโลกในแง่ดีทำให้มีกำลังใจ ไม่กังวล ไม่ทุกข์ จะเป็นคนอารมณ์ดี มั่นคง มีความมั่นใจในตนเองอย่างสร้างสรรค์ มีกำลังใจต่อสู้กับอุปสรรคเสมอ และมักจะมีความสุขกว่าคนทั่วไปด้วย” และสอดคล้องกับ Naksin (2009, pp. 11-12) กล่าวว่า การกล้าเผชิญกับปัญหาและอุปสรรคเป็นองค์ประกอบของการคิดเชิงบวก

องค์ประกอบที่ 6 การรับฟังและช่วยเหลือผู้อื่น เป็นองค์ประกอบของการคิดเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 สอดคล้องกับ Naksin (2009, pp. 11-12) กล่าวว่า การยอมรับฟังและให้เกียรติผู้อื่นเป็นองค์ประกอบของการคิดเชิงบวก

3. ผลการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการใช้เกณฑ์แบ่งระดับคะแนนการคิดเชิงบวกด้วยคะแนนที่ (T-score) โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ ระดับการคิดเชิงบวกสูงมาก สูง ปานกลาง ต่ำ และต่ำมาก ทำให้ได้ช่วงของค่าคะแนนที่ (T-score) ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่ง โดยมีค่าที่ T_{21} ถึง T_{72} และได้เกณฑ์ในการแปลความหมายตามองค์ประกอบ ทั้งหมด 6 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 ได้ค่าที่ T_{19} ถึง T_{71} องค์ประกอบที่ 2 ได้ค่า T_4 ถึง T_{72} องค์ประกอบที่ 3 ได้ค่า T_{19} ถึง T_{66} องค์ประกอบที่ 4 ได้ค่า T_{19} ถึง T_{67} องค์ประกอบที่ 5 ได้ค่า T_{15} ถึง T_{68} และองค์ประกอบที่ 6 ได้ค่า T_{22} ถึง T_{66} ซึ่งเกณฑ์ปกติที่นำเสนอไว้ในตาราง 3 เป็นเกณฑ์ที่ผู้ใช้สามารถประเมินระดับการคิดเชิงบวกได้ด้วยการทำแบบวัดการคิดเชิงบวกที่นำเสนอในตาราง 1 แล้วใช้คะแนนรวมมาพิจารณาตามเกณฑ์ที่ได้นำเสนอไว้ทั้งค่าคะแนนดิบและคะแนนที่ และจากกรณีศึกษานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 พบว่า นักเรียนโดยส่วนใหญ่มีการคิดเชิงบวกอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 38.8

ข้อเสนอแนะ

ควรพัฒนาแบบวัดการคิดเชิงบวกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาระดับชั้นการศึกษาอื่น เพื่อจะได้เครื่องมือในการวัดการคิดเชิงบวกที่เหมาะสมตามวัยและระดับชั้นของนักเรียน

References

- Naksin, S. (2009). *Factor analysis of positive thinking of the third level students* (Master thesis). Bangkok: Srinakharinwirot University. [in Thai]
- Nakwatchara, W. (2000). *Elegant lifestyle*. Bangkok: Self-Development and Executive Institute. [in Thai]
- Peiffer, V. (1992). *Positive thinking: Everything you have always known about positive thinking but were afraid to put into practice*. Rockport, MA: Element.
- Peiffer, V. (2005). *Positive thinking* (N. Chonlakoop, Trans.). Bangkok: Bliss Publishing. [in Thai]
- Phonsab, A. (2008). *A study of the relationship between some factors and positive thinking of mathayomsuksa III students in Nonthaburi Educational Service Area I* (Master thesis). Bangkok: Srinakharinwirot University. [in Thai]
- Phuachoo, S. (2004). *A developmental study on synthesis thinking and optimism of junior high school students in the Educational Area III* (Master thesis). Bangkok: Srinakharinwirot University. [in Thai]
- Pranorm, O. (2005). *The power of word to the power of heart*. Bangkok: Pimkum Press. [in Thai]
- Rakmaneewong, Y. (2013). Depression and auto-negative thoughts, the roots of the problems. *Journal of Nursing and Health Sciences Naresuan University*, 7(1), 7-24. [in Thai]
- Srijun, K. (2018). The Development of Self-esteem Inventory of 4th – 6th Grade Students. *Journal of Education Srinakharinwirot University*, 13(1), 1-14. [in Thai]
- Srithipun, P., Chaleerakand, W., Phantong, W., & Suksawang, P. (2016). Factors affecting positive thinking in the work of teachers and education personnel: MIMIC analysis. *Veridian E-Journal Silpakorn University*, 9(1), 1336 – 1348. [in Thai]
- Supannopaph, P., Charoensuk, O., Ong-Art Naiyapatana, O., & Ngudgratoke, S. (2017). A factor analysis of the positive thinking characteristics for undergraduate students of Silpakorn University. *Veridian E-Journal Silpakorn University*, 10(1), 1072-1086. [in Thai]
- Ventrella, S. W. (2002). *The power of positive thinking in business: Ten traits for maximum results*. New York: Free Press.

บทความวิจัย (Research Article)

ผลการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

THE RESULTS OF USING SOCIAL MEDIA IN CONJUNCTION WITH ONLINE GAMES TO PROMOTE LEARNING FOR UNDERGRADUATE STUDENTS IN FACULTY OF EDUCATION, NARESUAN UNIVERSITY

Received: June 18, 2021

Revised: August 19, 2021

Accepted: September 1, 2021

ราชนการ สังขวดี^{1*} และทิพรัตน์ สิทธิวงศ์²

Ratchakan Sungkawadee^{1*} and Tipparat Sittiwong²

^{1,2}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

^{1,2}Faculty of Education, Naresuan University, Phisanulok 65000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: ratchakans@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อสร้างและหาคุณภาพสื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตที่ใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี 4) เพื่อศึกษาพฤติกรรมในการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นิสิตระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาเทคโนโลยีและสื่อสาร การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการสอนการใช้สื่อสังคมร่วมกับการ เกมออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา แบบประเมินคุณภาพของสื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์ เรื่องอินเทอร์เน็ต เพื่อการศึกษา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา แบบสอบถามความพึงพอใจของนิสิต และ แบบบันทึกพฤติกรรมในการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี

ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลการสร้างและหาคุณภาพสื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิต ระดับปริญญาตรี พบว่า การประเมินคุณภาพสื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี เท่ากับ 79.73/86.67 2) ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตที่ใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี พบว่า มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 3) การศึกษาความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์ พบว่า ระดับความพึงพอใจโดยรวมอยู่ใน ระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.37) และ 4) ศึกษาพฤติกรรมการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์ที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ Discord เป็นประจำระดับมากที่สุด (ร้อยละ 90)

คำสำคัญ: สื่อสังคมร่วม Discord การเกมออนไลน์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

Abstract

The aims of this research were 1) to build and find the quality of learning for students who use social media in conjunction with online games to promote learning for undergraduate students, 2) to study the academic achievement of students using social media together with online gaming to promote learning for undergraduate students, 3) to study the opinions of students on the use of social media in conjunction with online gaming to promote learning for undergraduate students, and 4) to study the behavior of social media in conjunction with online gaming to promote learning for undergraduate students. The sample group used in this research was second-year undergraduate students in Educational Technology and Communication, Faculty of Education, Naresuan University, 30 people. The research instruments were the teaching plan for using social media in conjunction with online games on the Internet for Education, the quality assessment of social media with the online games on the Internet for Education, the achievement test on the Internet for Education, student opinion questionnaire, and a behavior record form for using social media together with online gaming to promote learning for undergraduate students.

This research was conducted with undergraduate students studying at the Faculty of Education at Naresuan University. The following results are noted in the research: 1) Using social media together with online gaming to promote learning for undergraduate students increased grades from 79.73/ 86.67 2) The comparison of academic achievement before and after school learning from social media in conjunction with online gaming to promote learning for undergraduate students found that the mean of academic achievement of post-study students was significantly higher than before studying at the .05 level. 3) The study of students' satisfaction towards the use of social media in conjunction with online gaming found that the overall satisfaction level was the highest ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.37). 4) Behavior of using social media with most frequent online games used in learning activities was Discord (90).

Keywords: Social Media Sharing Discord, Online Gaming, Promote Learning

ความเป็นมาของปัญหา

โซเชียลมีเดีย (Social Media) เป็นเครือข่ายทางสังคมที่มีความน่าสนใจและดึงดูดใจให้เข้าใช้งาน เนื่องจากมีลักษณะการใช้งานที่หลากหลาย รองรับสื่อหลายประเภท โดยเว็บไซต์เครือข่ายทางสังคมส่วนใหญ่มักจะแนะนำให้ผู้ใช้อัปโหลดภาพตนเองเพื่อเป็นการแสดงตัวตน (Identify) ให้ผู้ใช้คนอื่นในระบบได้รู้จักสื่อสังคมร่วมยังรวมถึงสื่อออนไลน์ที่ใช้ติดต่อสื่อสารผ่านระบบเครือข่าย (Boyd & Ellison, 2008) และโซเชียลมีเดีย หรืออีกชื่อหนึ่งที่เรียกว่า สื่อดิจิทัลหรือซอฟต์แวร์ที่ทำงานอยู่บนพื้นฐานของระบบเว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ต อันเป็นเครื่องมือในการปฏิบัติการทางสังคมการติดต่อสื่อสารที่มีผู้จัดทำขึ้น โดยเมื่อผู้ส่งสารพบเจอเรื่องราว เหตุการณ์ บทความ ข้อมูลข้อความ รูปภาพ วิดีโอและเพลงต่างๆ จึงนำข้อมูลเหล่านั้นมาแบ่งปันกับผู้ใช้ในโลกออนไลน์ภายใต้เครือข่ายของตนได้รับรู้และใช้ประโยชน์ร่วมกันอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ข้อดีของการนำสื่อสังคมร่วมกับเกมออนไลน์มาใช้ในการศึกษา (Sittiwong, 2015) ดังนี้ 1) เป็นการเสริมสร้างสติปัญญาความรู้ 2) ก่อให้เกิดกระบวนการสื่อสาร การมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นข้อคิดที่มีต่อการใช้ Facebook ในการเรียนการสอนรายวิชา ออกแบบและผลิตสื่อกราฟิกเพื่อการศึกษาสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ 3) เป็นการเสริมสร้างแรงจูงใจ 4) ปรับสภาพแวดล้อมการเรียนแบบเปิด ง่ายต่อการเชื่อมโยง สร้างความสัมพันธ์ระหว่างสังคมในชั้นห้องเรียน 5) สนับสนุนและรองรับการสื่อสารแบบ 2 ช่องทาง สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในวิธีการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนรู้แบบกลุ่มเล็ก หรือ การร่วมกันสร้างองค์ความรู้ หากจะนำพฤติกรรมการใช้โซเชียลมีเดียเหล่านี้มาเป็นส่วนหนึ่งใน

การจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี โดยเปลี่ยนการจัดการสอนแบบเดิมๆ ที่ครูเป็นเพียงแหล่งความรู้แหล่งเดียว ให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่มีอยู่มากมายได้ด้วยตนเอง โดยที่ครูเป็นผู้คอยชี้แนะว่าแหล่งข้อมูลใดน่าเชื่อถือ และสามารถนำมาอ้างอิงได้ รวมทั้งใช้เว็บไซต์ประเภทเครือข่ายสังคมเป็นสื่อกลางในการพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น แสดงทัศนะ หรือสร้างองค์ความรู้ของตนเอง อีกทั้งยังช่วยลดช่องว่างระหว่างครูและผู้เรียนอีกด้วย โซเชียลมีเดียที่ได้รับความนิยม เช่น Facebook, Myspace, Line ใช้เป็นเครื่องมือติดต่อสื่อสารที่สามารถเอื้ออำนวยความสะดวกในการติดต่อสื่อสารได้ทุกที่ทุกเวลาในรูปแบบของข้อความ ภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว หรือที่เรียกว่า มัลติมีเดีย (Kabkham, 2010)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำ Social Media มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนทั้งในและต่างประเทศ พบว่า ได้มีการนำโซเชียลมีเดียมาใช้ในการเรียนการสอน 7 ชนิดด้วยกัน ได้แก่ Facebook, Line, Team, Classroom, DropBox, Discord และ YouTube โดยนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบต่างๆ 13 รูปแบบ ได้แก่ การเรียนแบบร่วมมือ การเรียนแบบมีส่วนร่วม การทำงานร่วมกัน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การเรียนการสอนทางไกล การเรียนแบบผสมผสาน การทำงานกลุ่มเป็นทีม การฝึกทักษะการอ่านและการเขียน การเรียนการสอนแบบวิทยาศาสตร์ การระดมสมองแลกเปลี่ยนประสบการณ์ การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน และการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นต้นเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่ามีการใช้ Social Media ในการเรียนแบบร่วมมือ และการเรียนแบบมีส่วนร่วม ทำงานร่วมกันอยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 52.00 รองมาได้แก่ ใช้ Social Media การทำงานเป็นกลุ่ม การทำงานเป็นทีม คิดเป็นร้อยละ 12.00 และใช้โซเชียลมีเดียในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การเรียนแบบผสมผสาน การฝึกทักษะการอ่านและการเขียน การระดมสมอง แลกเปลี่ยนประสบการณ์ การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน คิดเป็นร้อยละ 8.00 แต่ละเครื่องมือสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะต่างๆ ดังนี้ การใช้ Facebook ในการเรียนการสอน ก่อให้เกิดการเรียนแบบร่วมมือ แบบมีส่วนร่วม ทำงานร่วมกัน ใช้ในการเรียนการสอนทางไกล การทำงานกลุ่ม เป็นทีม การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน และการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง การใช้ Twitter ในการเรียนการสอน ก่อให้เกิดการเรียนแบบร่วมมือ แบบมีส่วนร่วม ทำงานร่วมกัน การฝึกทักษะการอ่านและการเขียน และการระดมสมอง แลกเปลี่ยนประสบการณ์ การใช้ Blog ในการเรียนการสอน ก่อให้เกิดการเรียนแบบร่วมมือ แบบมีส่วนร่วม ทำงานร่วมกัน การเรียนแบบผสมผสาน และการฝึกทักษะการอ่านและการเขียน การใช้ Google Doc ในการเรียนการสอน ก่อให้เกิดการเรียนแบบร่วมมือ แบบมีส่วนร่วม ทำงานร่วมกัน และการทำงานกลุ่ม เป็นทีม การใช้ Wiki ในการเรียนการสอน ก่อให้เกิดการเรียนแบบร่วมมือ แบบมีส่วนร่วม ทำงานร่วมกัน การใช้ DropBox ในการเรียนการสอน ก่อให้เกิดการเรียนแบบผสมผสานและการใช้ YouTube ในการเรียนการสอน ก่อให้เกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และใช้ในการเรียนการสอนแบบวิทยาศาสตร์ (Kaewsuksai & Jussapalo, 2013) โดยการนำโซเชียลมีเดียมาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนนั้นสามารถช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 คือ โซเชียลมีเดียเป็นเครื่องมือที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะ 3R x 8C อันได้แก่ Reading (อ่านออก), (W) Writing (เขียนได้) และ (A) Arithmetic (คิดเลขเป็น) Critical Thinking and Problem Solving (ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา) Creativity and Innovation (ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม) Cross-cultural Understanding (ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์) Collaboration, Teamwork and Leadership (ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ) Communications, Information and Media Literacy (ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ) Computing and ICT Literacy (ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร) และ Career and Learning Skills (ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้) (Panich, 2015) จะเห็นได้ว่าในการเรียนการสอนปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นการเรียนในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และระดับอุดมศึกษาไม่อาจที่จะปฏิเสธอิทธิพลของโซเชียลมีเดียที่เข้ามามีผลในการส่งเสริมในการพัฒนาผู้เรียนและถือว่าเป็นเรื่องสำคัญที่ครูผู้สอนทุกคนควรจะนำเครื่องมือของโซเชียลมีเดียแต่ละชนิดมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหา ผู้เรียน เพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจและเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านความรู้ กระบวนการคิดและการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพิ่มมากขึ้น

จากประโยชน์ดังกล่าวทำให้วงการการศึกษามีการนำโซเชียลมีเดียมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้สอนสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างสะดวก รวดเร็ว มีประสิทธิภาพ และทันต่อการเปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะเป็น Facebook, Blog, YouTube, Line เป็นต้น ในการเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมสำหรับครู เป็นรายวิชาทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติมีความเกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยี การเลือกเทคโนโลยีและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้สำหรับตนเองและการนำไปใช้ในวิชาชีพในอนาคต รวมทั้งต้องเป็นผู้ที่ใช้เทคโนโลยีเหล่านี้อยู่ตลอดเวลาในการเรียนการสอน ไม่ว่าจะเป็นการใช้ Facebook ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเพื่อน ๆ ด้วยกัน ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน หรือการใช้ในการแสดงความคิดเห็น การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การส่งงานในรายวิชา เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีการใช้เครื่องมือในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนเมื่อมีความสงสัยหรือปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยการใช้ Line ฝึกการเขียนโดยการใช้ Blog และการใช้เพิ่มเติมความรู้จากการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองด้วย YouTube เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นกิจกรรมที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษาได้เป็นอย่างดี จากประโยชน์และข้อดีดังกล่าวของโซเชียลมีเดีย และจากผลการวิจัยของ Sittiwong (2015) เรื่อง ศึกษาความคิดเห็นของนิสิตที่มีต่อการใช้ Facebook ในการเรียนการสอนรายวิชาการออกแบบและผลิตสื่อกราฟิกเพื่อการศึกษาสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา พบว่า นิสิตเห็นว่าควรใช้ Social Network อื่นมาช่วย ได้แก่ Line, Skype, Twitter YouTube และ Instagram จึงสนใจที่จะศึกษาผลการใช้โซเชียลมีเดียร่วมกับการเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษาในด้านความรู้และความพึงพอใจของนิสิต เพื่อที่จะนำผลและวิธีการดังกล่าวมาช่วยดึงดูดความสนใจในการเรียนการสอน และส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ อีกทั้งยังส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีในเชิงสร้างสรรค์ เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของตนเองอีกด้วย

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาคุณภาพสื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตที่ใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี
4. เพื่อศึกษาพฤติกรรมในการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากร

ประชากร ได้แก่ นิสิตระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
กลุ่มที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นิสิตระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 30 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การจัดกิจกรรมการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

สมมุติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยสื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เรื่องอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 การใช้เครื่องมือสื่อสังคมออนไลน์ที่ผู้วิจัยเลือก ได้แก่ Discord, Facebook, Line, รหัส Classroom และ Microsoft Team ร่วมกับการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์ เรื่องอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา โดยแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนต้องดำเนินการลงโปรแกรม ดังกล่าว ทั้งหมดในเครื่อง ทั้งระบบ IOS, Android และ PC

1.2 แบบประเมินคุณภาพของสื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์ เรื่องอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) จำนวน 3 ท่าน แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ดังนี้

- +1 แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหา
 - +0 ไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหา
 - 1 แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับเนื้อหา
- ผลการตรวจสอบค่า IOC โดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเท่ากับ 1.00

1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษาจำนวน 25 ข้อเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ข้อละ 1 คะแนน

1.4 แบบสอบถามความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี

1.5 แบบบันทึกพฤติกรรมในการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี

2. ก่อนการใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การใช้สื่อสังคมออนไลน์ ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี

2.1 ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้กับนิสิตให้ทราบ

2.2 เตรียมสื่อ และเนื้อหาในการจัดการเรียนการสอน โดยวิเคราะห์สอบถาม ได้สื่อที่เลือก ได้แก่ โปรแกรม Discord, Facebook, Line และ Microsoft Team

2.3 ทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดระดับความรู้ของนิสิตกับกิจกรรมการเรียนรู้ใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

3. ระหว่างการใช้แผนการสอนการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ และการสังเกตพฤติกรรมในการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

3.1 จัดการเรียนการสอนตามแผนที่ได้วางไว้ ตาม 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการเตรียม ขั้นการให้คำสั่ง ขั้นการเคลื่อนไหว ขั้นการสะท้อนความคิด และขั้นการประเมิน โดยการให้ ผู้เรียนเตรียมเครื่องมือการเรียนรู้โดยดาวน์โหลดโปรแกรม Discord, Facebook, Line และ Microsoft Team เพื่อการเรียนการสอนกิจกรรมผ่านโปรแกรมที่กำหนด

3.1.1 ขั้นการเตรียม บทบาทผู้สอนในการเตรียมเนื้อหา ผู้เรียนเข้ากลุ่มกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน เครื่องมือที่ใช้ Google Classroom เพื่อการติดตามชิ้นงาน นัดหมาย กลุ่มกิจกรรม

3.1.2 ขั้นการให้คำสั่ง บทบาทผู้สอนในการกำหนด ทีม หน้าที่ทีม เครื่องมือการเรียนรู้โดยดาวน์โหลด โปรแกรม Discord, Facebook, Line และ Microsoft Team

3.1.3 ขั้นการเคลื่อนไหว บทบาทผู้สอนในการสังเกตพฤติกรรมกลุ่มในกิจกรรมที่มอบหมายการใช้เครื่องมือ สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้การทำงานทีมความรับผิดชอบสมาชิกในทีม

3.1.4 ขั้นการสะท้อนความคิด บทบาทผู้สอนในการบริหารจัดการให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดการใช้เครื่องมือ สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์สะท้อนผ่านเครื่องมือการเรียนรู้เว็บที่ตกลงใน Google Classroom

3.1.5 ขั้นการประเมิน บทบาทผู้สอนในการประเมินจากเครื่องมือประเมิน Google Classroom ในการเข้าร่วม กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้

3.2 ผู้สอนกระตุ้นการเรียนรู้ของนิสิตอย่างสม่ำเสมอผ่านกิจกรรมที่เลือกในแต่ละครั้ง Discord, Facebook, Line และ Microsoft Team โดยการเข้ากลุ่มกิจกรรมตามปฏิทินเวลาที่กำหนดกระตุ้นให้ทำงานเป็นทีมผ่าน โปรแกรมเกมออนไลน์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

4. หลังการใช้แผนการสอนการเรียนรู้

4.1 ให้นิสิตทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนการสอน เรื่อง อินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา

4.2 ประเมินผลงานผ่านกิจกรรม เรื่องอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา ที่ใช้แผนการสอนการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ใช้ สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับระดับปริญญาตรีแล้ววิเคราะห์ข้อมูล

4.3 ประเมินความพึงพอใจของนิสิตจากการจัดกิจกรรมที่ได้พัฒนาขึ้น ในการเรียนด้วยสื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา ของนิสิตระดับปริญญาตรี แล้ววิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การสร้างและหาคุณภาพสื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี ใช้วิธี วิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้จากคะแนนเฉลี่ยระหว่างการใช้แผนกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1) และคะแนนเฉลี่ย หลัง การใช้แผนกิจกรรมการเรียนรู้ (E_2) คะแนนระหว่างการใช้แผนกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 80 (E_1) คะแนนจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการใช้แผนกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 80 (E_2)

ตาราง 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้การจัดการกิจกรรมผ่านสื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์

กิจกรรมการเรียนรู้	ค่าเฉลี่ย (n=30)	ก่อนเรียน		ค่าเฉลี่ย (n=30)	หลังเรียน	
		คะแนนเต็ม	E_1		คะแนนเต็ม	E_2
Facebook	8.10	10	81.00	8.63	10	86.33
Ms Team	7.53	10	75.33	8.57	10	85.67
line	8.03	10	80.33	8.67	10	86.67
Discord	8.17	10	81.67	8.73	10	87.33
Classroom	8.03	10	80.33	8.73	10	87.33
	39.87	50		43.33	50	
ประสิทธิภาพ	E_1/E_2			79.73		86.67

2. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตที่ใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สำหรับนิสิต ระดับปริญญาตรีด้วยการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ก่อนและหลังการใช้สื่อ

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบ t-test และระดับนัยสำคัญทางสถิติของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียน (n=30)

การใช้สื่อกิจกรรม	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{D}$	S.D.D.	t	Sig
ก่อน	39.87	4.09	6.13	4.27	7.86*	0.0000
หลัง	43.33	1.36				

จากตาราง 2 พบว่า คะแนนการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา ของนิสิตระดับปริญญาตรีหลังสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. หาระดับความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี

ตาราง 3 ความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี

ความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
การเลือกใช้โปรแกรม การเกมเหมาะสม	4.77	0.43	มากที่สุด
ความสะดวกของโปรแกรมการเกมเพื่อการจัดการเรียนรู้	4.60	0.50	มากที่สุด
สามารถในการเข้าเรียนผ่านสื่อออนไลน์ได้ครั้งละหลายโปรแกรม	4.70	0.47	มากที่สุด
บรรยากาศการเรียนพร้อมทีมสนุกและสะดวก	4.53	0.57	มากที่สุด
สามารถวางแผนเนื้อหา ภาพ ได้ทุกสัปดาห์	4.67	0.48	มากที่สุด
เนื้อหาการจัดกิจกรรมเกมเหมาะสม	4.60	0.56	มากที่สุด
การนำเสนอเรื่องกิจกรรมพร้อมโปรแกรมการเข้าถึงน่าสนใจ	4.53	0.68	มากที่สุด
การเชื่อมต่อระบบสะดวกรวดเร็ว เหมาะสม	4.53	0.63	มากที่สุด
ทุกระบบสามารถเข้าถึงโปรแกรมได้ง่าย	4.57	0.50	มากที่สุด
บทเรียนผสมผสานกับ โปรแกรมการใช้งานได้อย่างเหมาะสม	4.67	0.48	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.62	0.37	มากที่สุด

4. หาพฤติกรรมการใช้กิจกรรมที่ได้พัฒนาขึ้น ในการเรียนด้วยสื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษาของนิสิตระดับปริญญาตรี โดยใช้สถิติค่าร้อยละ จากการเข้าใช้โปรแกรม Discord จำนวน 27 คน จากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ในการ ใช้โปรแกรมการเรียนด้วยสื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์ คิดเป็นพฤติกรรมเลือก เฉลี่ย เท่ากับ 30.77

ตาราง 4 พฤติกรรมการใช้กิจกรรมที่ได้พัฒนาขึ้น ในการเรียนด้วยสื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา ของนิสิตระดับปริญญาตรี โดยใช้สถิติค่าร้อยละ

โปรแกรม	N	พฤติกรรมเรียน	พฤติกรรมประจำ (ร้อยละ)	พฤติกรรมเข้าใช้โปรแกรม (เฉลี่ย)	พฤติกรรมเลือก (เฉลี่ย)
Discord	30	27	90	58.50	30.77
Facebook	30	20	66.66	43.33	21.16
Line	30	20	66.66	43.33	21.16
Microsoft Team	30	13	43.33	28.167	12.60
MS class	30	23	76.66	49.833	25.21

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการสร้างและหาคุณภาพสื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี ใช้วิธีวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากคะแนนเฉลี่ยระหว่างการใช้แผนกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1) และคะแนนเฉลี่ยหลัง การใช้แผนกิจกรรมการเรียนรู้ (E_2) เท่ากับ 79.73/86.67
2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ที่เรียนจากการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่า มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยผ่านโปรแกรม 5 อันดับ คือ Discord, Facebook, Line, Microsoft Team และ Ms Class อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. การศึกษาความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์ พบว่า ระดับความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.37)
4. พฤติกรรมการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์ที่ใช้ร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ Discord เป็นประจำระดับมากที่สุด (ร้อยละ 90)

อภิปรายผล

1. ผลการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่า ผลการสร้างและหาคุณภาพสื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี ใช้วิธีวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากคะแนนเฉลี่ยระหว่างการใช้แผนกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1) และคะแนนเฉลี่ยหลัง การใช้แผนกิจกรรมการเรียนรู้ (E_2) เท่ากับ 79.73/86.67 (Thammetar, 2014) ได้หาคุณภาพของผลการใช้บทเรียนตามขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ 6 ขั้น ได้แก่ เนื้อหาและสื่อการเรียน ระบบการนำเสนอสารสนเทศและการสื่อสาร ระบบการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ทางการเรียน ระบบการวัดและการประเมินผล ระบบสนับสนุนการเรียน ผู้สอนและผู้เรียน จากการที่ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนากิจกรรมและการหาประสิทธิภาพตามขั้นตอน ตั้งแต่การศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์ปัญหา วิเคราะห์ผู้เรียน วิเคราะห์เนื้อหา ออกแบบแผนการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมผ่านโปรแกรม Discord, Facebook, Line และ Microsoft Team การเรียนรู้โดยในนำขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอน การติดต่อสื่อสาร (Communication) การเรียนทางไกลโดยทั่วไปแล้วมักจะเป็นการเรียนรู้ การเรียนการสอนออนไลน์ (Podapol, 2019) Open Education Europa เป็นระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์แบบ MOOC ที่พัฒนาขึ้นเพื่อเป็นประตูสู่นวัตกรรมแห่งการเรียนรู้ในกลุ่มประเทศยุโรป โดยคณะกรรมการการยุโรป ได้เปิดตัวครั้งแรกในเดือนกันยายนปี 2013 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการริเริ่มการเปิดศึกษาเพื่อจัดหาเกตเวย์เดียวสู่ European Open Education Resources เป้าหมายหลัก คือ การนำเสนอแหล่งข้อมูลทางการศึกษาที่เปิด สอนในยุโรปทั้งหมดที่มีอยู่ในหลายภาษาเพื่อให้สามารถนำเสนอแก่ผู้เรียนครูและนักวิจัย นอกจากนี้ Education Europa เป็นแพลตฟอร์มการจัดการสอนออนไลน์แบบไดนามิกที่สร้างขึ้นด้วยเทคโนโลยี Open Source ล่าสุดที่มีความสามารถในการติดต่อสื่อสาร เช่น แชท เว็บบอร์ด เป็นต้น และเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการจัดการสอนออนไลน์ พบว่า Google Meet เป็นโปรแกรมประชุมออนไลน์ในรูปแบบของ VDO Conference สามารถนำเสนอ งานหรือประชุมทางไกลได้ง่ายๆ เพียงแค่ตั้งค่า Google Meet ใน Google Calendar และเมื่อถึงเวลา ประชุมก็เพียงกดตาม Link ที่สร้างขึ้นใน Google Calendar ก็สามารถเข้าร่วมประชุมได้ทันที ไม่ต้องเชื่อมต่อ ให้อย่างยาก เป็นการประชุมออนไลน์ในรูปแบบที่เรียบง่าย Zoom เป็นโปรแกรมการประชุมผ่านระบบคลาวด์ในรูปแบบของการ VDO Conference สามารถ เปิดวิดีโอคอลเพื่อสื่อสารกันได้ อีกทั้งยังสามารถแชร์หน้าจอเพื่อการอธิบายรูปแบบงานให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น สามารถรองรับผู้ใช้งานได้พร้อมกันสูงสุดถึง 50 ซึ่งนอกจากการประชุมแล้วยังสามารถใช้เพื่อการเปิดคอร์สสอนออนไลน์ หรือการอบรมสัมมนาได้ด้วยเช่นกัน Skype น่าจะเป็นโปรแกรมที่หลายคนคุ้นเคยดีกับการเป็นแอปพลิเคชันเพื่อการสนทนาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ทั้งในเรื่องความคมชัดของเสียง และการเชื่อมต่อที่หลากหลาย สามารถพูดคุยผ่านเว็บแคม

เครื่องพีซี กล้องโทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต ได้ ซึ่ง Skype ก็เป็นอีกหนึ่งโปรแกรมที่มักใช้กันในงานมากที่สุด ทั้งสัมภาษณ์ งาน ประชุมงาน สามารถรับส่งไฟล์ต่างๆ ซึ่งกันและกันได้ รวมไปถึงการส่งทั้งภาพและเสียง Slack เป็นแอปพลิเคชันที่ใช้ในการสื่อสารภายในองค์กรที่มีรูปแบบการใช้งานที่สามารถพูดคุยกัน ส่ง ภาพถ่าย วิดีโอ ลิงค์ โค้ดต่างๆ ได้ นอกจากนี้ยังสามารถสร้างห้องขึ้นมาสำหรับพูดคุยกันในเชิงองค์กร มีการ สนทนาแบบ IRC แชร์ไฟล์ อัปโหลดไฟล์กันได้ และมีฟีเจอร์การใช้งานมากมายที่ดูสนุกสนาน ทั้งอีโมจิ ไอคอน ให้การทำงานดูน่าสนใจไม่น่าเบื่อ

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนจากการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ พบว่า มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ Bunlue (2018) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ที่เหมาะสมสำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ที่ว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์สำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนก่อนเรียน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนย่อย การวิเคราะห์ผู้เรียน การวิเคราะห์เนื้อหา ขั้นตอน ระหว่างเรียน ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย คือ ปฐมนิเทศรายวิชา จัดการเรียนการสอน และขั้นตอนการประเมินผล ส่วนด้านการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ พบว่า นักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ และกลุ่มที่เรียนในชั้นเรียนแบบปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 นั้นแสดงว่า การเรียนการสอนออนไลน์สามารถก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ได้เท่ากับการเรียนในชั้นเรียนแบบปกติ

3. การศึกษาความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์ เกี่ยวกับการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์ที่ใช้ร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ระดับความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.37)

4. พฤติกรรมการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์ที่ใช้ร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ Discord เป็นประจำระดับมากที่สุด (ร้อยละ 90) จากผลการศึกษาของ Saechia (2017) กล่าวถึงการใช้บอร์ดเกมประเภทวางแผนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังจากการเล่นเกมนั้น 1) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่ได้แตกต่างกันจากก่อนเล่น 2) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของกลุ่มที่เล่นกับกลุ่มที่ไม่ได้เล่น ไม่ได้แตกต่างกัน และ 3) การเปลี่ยนแปลงระดับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในกลุ่มที่มีระดับสูงกับระดับต่ำอยู่แต่ เดิมไม่ได้แตกต่างกัน ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยอื่นๆ ที่ใกล้เคียงกันแต่มีกระบวนการถอดบทเรียนซึ่งช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ ดังนั้นการใช้เกมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณจึงจำเป็นต้องใช้ร่วมกับกระบวนการอื่น เพราะเกม Settlers of Catan เพราะเป็นเกมที่มีองค์ประกอบของเกมในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณ ได้แก่ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ การประเมินผล และการสรุปความ โดยให้กลุ่มเป้าหมายเล่นเกมเพียงอย่างเดียวไม่ได้มีกระบวนการอื่นๆ เพื่อวัดเฉพาะผลที่เกิดจากเกมเพียง อย่างเดียว

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป จากการวิจัย พบว่า การประเมินคุณภาพของการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์อยู่ในระดับมาก ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ดังนี้

1.1 ผู้สอนสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับซอฟต์แวร์โปรแกรม ที่รองรับสื่อสังคมออนไลน์ร่วมที่มีความหลากหลาย โดยเน้นให้ผู้เรียนได้บูรณาการการใช้เกมผ่านโปรแกรมการเรียนการสอนร่วมกับสื่อสังคมเชื่อมโยงสร้างองค์ความรู้ใหม่เพื่อผสมผสานกิจกรรมแบบทีม

1.2 ผู้สอนส่งเสริมคุณภาพของการเลือกใช้เกมผสมผสานบูรณาการร่วมกับเครื่องมือที่ทันสมัยและเข้าถึงระบบง่ายสะดวก เพื่อผสมผสานความรู้ของผู้เรียน ด้านเนื้อหา สภาพแวดล้อมโอกาสทักษะในการเลือกใช้เครื่องมือโปรแกรม

1.3 ควรมีการวางแผนในการใช้เครื่องมือจากสื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์ เนื่องจากการใช้ซอฟต์แวร์เกมบางประเภทตั้งอาศัยเวลามากในการดำเนินกิจกรรมและบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายกำหนด

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ และการผสมผสานการใช้เครื่องมือออนไลน์ บูรณาการร่วมกับการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ด้านพฤติกรรมการทำงานเป็นทีม เนื่องจากการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้บางซอฟต์แวร์จำเป็นต้องทำงานเป็นทีม และลงมือปฏิบัติจริงเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ที่บูรณาการเชื่อมโยงความรู้ทักษะการปฏิบัติส่งผลให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้การจดจำที่ดีต่อไป

2.2 ควรมีการศึกษาผลการใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิธีการสอนแนวใหม่ในการใช้เครื่องมือออนไลน์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการสอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์

2.3 ควรมีการวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้การใช้สื่อสังคมร่วมกับการเกมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ โดยใช้เครื่องมือออนไลน์ หลากหลายเครื่องมือพร้อม ๆ กันและในรายวิชาอื่น ๆ เพื่อศึกษาพฤติกรรมผู้เรียนในการบูรณาการผสมผสานการคงทนของเครื่องมือกับทักษะปฏิบัติ เป็นต้น

References

- Boyd, D., & Ellison, N. (2008). Social network sites: Definition, history, and scholarship. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 13, 210-230. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1083-6101.2007.00393>
- Bunlue, S. (2018). The suitable model of online learning and teaching for Ubon Ratchathani Rajabhat. *Journal of Roi Et Rajabhat University*, 11(2), 250-260. [in Thai]
- Kabkham, T. (2010). What is social media. Retrieved July 19, 2010, from <http://krunum.wordpress.com/2010/06/02/social-network> [in Thai]
- Kaewsuksai, R., & Jussapalo, C. (2013). Online social network: Facebook usage for the learners' development. *Princess of Naradhiwas University Journal*, 5(4), 195-205. [in Thai]
- Panich, V. (2015). How to create learning for students in the 21st century. *Walailak Journal of Learning Innovations*, 1(2), 3-14. [in Thai]
- Podapol, C. (2019). *Online learning management: New normal of education*. Retrieved from <http://slc.mbu.ac.th/wp-content/uploads/2020/06> [in Thai]
- Saechia, T. (2017). *Using strategy-based board games to develop the critical thinking skills of 9th grade students in large-sized schools of the Basic Education Commission of Pathum Thani* (Master thesis). Pathum Thani: Thammasat University. [in Thai]
- Sittiwong, T. (2015). The study of undergraduate students opinion towards the use of Facebook in graphics design and production for education in field of Educational Communications and Technology Faculty of Education, Naresuan University. *Journal of Education Naresuan University*, 17(3), 82-88. [in Thai]
- Thammetar, T. (2014). *e-Learning: From theory to practice*. Nonthaburi: Sahamit Printing & Publishing. [in Thai]

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาทักษะสร้างสรรค์และนวัตกรรมของเด็กปฐมวัยโดยการจัดประสบการณ์

การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง

DEVELOPMENT OF EARLY CHILDHOOD CHILDREN'S CREATIVITY AND INNOVATION
SKILLS THROUGH CONSTRUCTIVISM EXPERIENCE ORGANIZING

Received: January 29, 2019

Revised: May 8, 2019

Accepted: May 23, 2019

เรณู ศรีบุรินทร์^{1*} รัชชุกฤษณ์ ทองถาวร² และไพบุณย์ อุปันโน³
Renu Sriburin^{1*} Rajchukran Tongthawon² and Paiboon U-panno³^{1,2,3}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่^{1,2,3}Faculty of Education, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: renumoonngam@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ 1) เพื่อสร้างแผนจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเองในการพัฒนาทักษะสร้างสรรค์และนวัตกรรมของเด็กปฐมวัยและ 2) เพื่อศึกษาทักษะสร้างสรรค์และนวัตกรรมของเด็กปฐมวัยโดยการจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่เด็กปฐมวัยชั้นอนุบาลปีที่ 2 โรงเรียนบ้านห้วยเป้าสังกัดเทศบาลตำบลทุ่งข้าวพวง อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 20 คน เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเองจำนวน 3 หน่วย รวมทั้งหมด 20 แผน 2) แบบทดสอบวัดทักษะสร้างสรรค์และนวัตกรรมจำนวน 2 ชุด ชุดที่ 1 ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพแบบ ก ของทอแรนซ์ ซึ่งปรับมาจาก อารี รังสินันท์ ชุดที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะนวัตกรรมซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีลักษณะเป็นการประเมินเชิงปฏิบัติ จำนวน 5 ชุดประกอบด้วยชิ้นงานและชุดอุปกรณ์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้านทักษะสร้างสรรค์และนวัตกรรมของเด็กปฐมวัยที่ได้รับจากการจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง (MTPA Model) เทียบกับเกณฑ์ความแตกต่างที่ร้อยละ 30.00 ขึ้นไป นำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางประกอบการบรรยาย ผลการวิจัย พบว่า

1. ได้แผนจัดประสบการณ์จำนวน 3 หน่วย รวมทั้งหมด 20 แผนซึ่งเป็นแผนจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง (MTPA Model) ในการพัฒนาทักษะสร้างสรรค์และนวัตกรรมของเด็กปฐมวัย ประกอบไปด้วยหน่วยที่ 1 หน่วยหิน ดินทราย จำนวน 6 แผน หน่วยที่ 2 มหัศจรรย์พลังงาน จำนวน 9 แผนและหน่วยที่ 3 ความลับของหญ้าแฝก จำนวน 5 แผนซึ่งจากการนำแผนไปใช้จริงพบว่าแผนที่สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะสร้างสรรค์และนวัตกรรมของกลุ่มเป้าหมายได้ตามวัตถุประสงค์

2. ผลการศึกษาทักษะสร้างสรรค์และนวัตกรรมของเด็กปฐมวัยโดยการจัดประสบการณ์การสร้าง สรรค์ความรู้ด้วยตนเองพบว่า ทักษะสร้างสรรค์หลังการจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตัวเอง(MTPA Model) เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังเรียนในภาพรวม พบว่า คะแนนก่อนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คิดเป็นร้อยละ 37.09 และคะแนนหลังการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คิดเป็นร้อยละ 76.43 มีค่าความต่างร้อยละ 39.34 ถือว่าผ่านเกณฑ์การยอมรับที่ค่าความต่างร้อยละ 30.00 และทักษะด้านนวัตกรรมของเด็กปฐมวัย เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังเรียนในภาพรวม พบว่า คะแนนก่อนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คิด

เป็นร้อยละ 42.30 และคะแนนหลังการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 80.90 มีค่าความต่างร้อยละ 38.60 ถือว่าผ่านเกณฑ์การยอมรับที่ค่าความต่างร้อยละ 30.00 สรุปได้ว่าเด็กปฐมวัยกลุ่มเป้าหมายมีทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมสูงขึ้น

คำสำคัญ: ทักษะสร้างสรรค์ ทักษะนวัตกรรม การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

Abstract

The objectives of this research were 1) to design early childhood children's creativity and innovation skills development through constructivism experience plans, and 2) to study early childhood children's creativity and innovation skills development through constructivism experience plans. This research target group was 20 children who were study in kindergarten 2 at Ban Huaypao School under the Office of Thungkhaopuang Subdistrict Municipality, Chiangdao district, Chiang Mai province. The instruments used in this study consisted of 1) 3 Units with total of 20 early childhood children's creativity and innovation skills development through constructivism experience plans, and 2) 2 of early childhood children's creativity and innovation skills assessment forms. The assessment consisted of two sets, set 1 was creativity test, which the researcher used Torrance's pictures A adapted by Aree Rungsinan, and set 2 was innovation skill performance assessment that the researcher created consisted of 5 activities. The data was analyzed by computing mean and percentage. Then compared pre and post creative and innovation skills scores with differentiate of 30% of early childhood children who learned through constructivism experience plans (MTPA model). The data was presented through table with description. The result found that:

1. There were three units with the total of 20 constructivism experience plans (MTPA), which developed children's creative and innovation skills. The three units were Unit 1-Stone, Soil, and Sand consisted of six experience plans, Unit 2-Amazing Power comprised nine experience plans, and Unit 3-the Secret of Vetiver Grass included five experience plans. These experience plans were good quality and able to develop creative and innovation skills according to the purpose.

2. The result of studying early childhood children's creative skills learning through MTPA model constructivist experience plans found pre assessment score was at 37.09% and post assessment score after learning with the plans was at 76.43% with the different of 39.34%, which was passed the set differentiate criterion of 30.00%. As for innovation skill assessment learning through MTPA model constructivist experience plans indicated that pre assessment score was at 42.30% and post assessment score after learning with the plans was at 80.90% with the different of 38.60%, which was passed the set differentiate criterion of 30.00%. The presented result showed that the creative and innovation skills, the target group were higher than before learning with the plans.

Keywords: Creative Skills, Innovation Skills, Constructivism

บทนำ

กระแสการปรับเปลี่ยนทางสังคมที่เกิดขึ้นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นยุคแห่งความเป็นโลกาภิวัตน์ (Globalization) ที่เกิดพัฒนาความก้าวหน้าในทุกๆ มิติเป็นไปอย่างรวดเร็ว ส่งผลต่อวิถีการดำรงชีวิตของสังคมอย่าง จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมคุณลักษณะเด็กไทยในศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย ให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยีสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ ดังนั้น การให้การศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21 ต้องเปลี่ยนแปลงทัศนะ (Perspectives) จากกระบวนทัศน์ดั้งเดิมไปสู่กระบวนทัศน์ ที่ให้โลกของผู้เรียนและโลกของความเป็นจริงเป็นศูนย์กลางของกระบวนการเรียนรู้ มีความตระหนักถึงสภาพแวดล้อมและที่สำคัญที่สุด คือ ความสามารถใช้ความรู้อย่างสร้างสรรค์การศึกษาจึงควรมีความยืดหยุ่น สร้างสรรค์ ทำลายข้อจ้องและเต็มไปด้วยปัญหาที่เป็นแหล่งจุดประกายให้เกิดคำถามในการเรียนรู้ เตรียมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เตรียมตัวเพื่อใช้ชีวิตในโลกที่เป็นจริงเน้นการศึกษาตลอดชีวิต (Sarattana, 2013) เช่นเดียวกับการปฏิรูปการศึกษารอบ 2 (พ.ศ. 2552-2561) ที่เน้นให้คนไทยได้เรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ

ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมเป็นหนึ่งในทักษะของคนในศตวรรษที่ 21 ที่ทุกคนจะต้องเรียนรู้ตลอดชีวิต คือการเรียนรู้ 3'Rs และ 7 Cs โดย 3 R คือ (R)Reading (อ่านออก), (W)Riting (เขียนได้), และ (A)Rithmetic คิดเลขเป็น ส่วน 7Cs ได้แก่ Critical thinking & problem solving (ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา) Creativity & Innovation (ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม) Cross-cultural Understanding (ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์) Collaboration, Teamwork & Leadership (ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ) Communications, Information & Media Literacy (ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ) Computing & ICT Literacy (ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร) ดังนั้นทักษะของคนต้องเตรียมคนออกไปเป็น บุคคลผู้มีความรู้ในการทำงาน โดยครูเพื่อศิษย์นั้นจะต้องเปลี่ยนแปลงตัวเองโดยสิ้นเชิง ดังนั้น ทักษะสำคัญที่สุดของศตวรรษที่ 21 จึงเป็นทักษะของการเรียนรู้ (Panich, 2012)

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาประเทศและพัฒนาคนให้มีคุณลักษณะตามศตวรรษที่ 21 ที่กล่าวมาข้างต้นนั้น ผู้วิจัยได้เห็นถึงความสำคัญในการปูพื้นฐานทักษะที่สำคัญสำหรับเด็กปฐมวัย ซึ่งเป็นวัยที่ควรได้รับการปลูกฝังและเรียนรู้ทักษะชีวิตที่สำคัญ คือ ทักษะสร้างสรรค์และนวัตกรรม กล่าวคือ ความคิดสร้างสรรค์ในเด็กปฐมวัยนั้นเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญเนื่องจากจะเป็นส่วนช่วยให้สามารถต่อยอดความรู้ต่างๆ เพราะความคิดสร้างสรรค์จะเกิดกระบวนการทางความคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งจะช่วยให้บุคคลมีความสามารถในการคิดเข้าใจปัญหาสามารถแก้ไขและคาดการณ์ล่วงหน้าถึงอุปสรรคที่เกิดขึ้น อีกทั้งกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ที่ออกมาในรูปแบบของผลงานที่ผู้เรียนคิดหรือสร้างขึ้นมามีความหมายต่อตัวเด็ก ทำให้เกิดความรู้สึกชื่นชมและยอมรับงานของตนเองและเพื่อนร่วมชั้นเรียน และความคิดสร้างสรรค์ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนสังเกตที่แปลกจากธรรมดาสามัญ เกิดความรู้สึกสงสัยนำไปสู่การค้นหาคำตอบ ซึ่งเป็นการนำไปสู่การเรียนรู้ที่มีความหมายต่อเด็กอย่างแท้จริง เพราะองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์จะสามารถบอกได้ว่าเด็กเกิดความคิดริเริ่มอย่างไร เกิดความคิดคล่องแคล่วอย่างไร ความคิดนั้นยืดหยุ่นมากน้อยเพียงใด และมีความละเอียดลออมากน้อยเพียงใด เมื่อเด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์

ทักษะที่จะเกิดขึ้นตามมาคือทักษะนวัตกรรม ความหมายเบื้องต้นของคำว่านวัตกรรม คือ การทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีใหม่ๆ และยังสามารถหมายถึงการเปลี่ยนแปลงทางความคิด การผลิต กระบวนการการเปลี่ยนอย่างถอนรากถอนโคน หรือการพัฒนาต่อยอด (Brahmawong, 1978) และความหมายอื่นๆ อีกมากมายแต่สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้จะกล่าวถึงทักษะนวัตกรรมของเด็กปฐมวัย คือ การที่เด็กมีความสามารถในการสร้างชิ้นงานหรือผลงานด้วยวิธีคิดวิธีการหรือสิ่งใหม่ๆ ที่ได้จากการคิดสร้างสรรค์ทำให้เกิดประโยชน์ใช้ งานได้จริงซึ่งเป็นไปตามพัฒนาการของเด็กปฐมวัย ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของทักษะนวัตกรรมสำหรับเด็กปฐมวัยที่สามารถสร้างหรือปูพื้นฐานให้เด็กเกิดทักษะนี้ได้ ซึ่งโดยทั่วไปคำว่านวัตกรรมทั่วไปแล้วอาจมีความหมายที่กว้างเป็นสิ่งที่ดูยิ่งใหญ่สำหรับวงการศึกษ หรือเศรษฐกิจ แต่ในงานวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยได้เลือกทำการศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะนวัตกรรมสำหรับเด็กปฐมวัยอย่างแท้จริง ซึ่งจะเป็นไปในลักษณะคิดริเริ่มในสิ่งที่เป็นประโยชน์ มีการใช้เทคนิควิธีการคิดอย่างหลากหลายใช้ความคิดที่อยู่บนพื้นฐานของข้อมูลและความรู้

การแสดงความคิดของตนเองต่อผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพประเมินและปรับปรุงความคิดของตนเองเพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์ ส่วนทักษะนวัตกรรมนั้นจะมีการวางแผนดำเนินการพัฒนานวัตกรรมที่สืบเนื่องมาจากคิดสร้างสรรค์ดำเนินการพัฒนานวัตกรรมตามแผนที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพประเมินคุณภาพของนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของนวัตกรรมให้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมนี้สามารถได้รับการฝึกฝนและเรียนรู้ได้ตั้งแต่ระดับชั้นปฐมวัย โดยจะเป็นการสร้างพื้นฐานทางความคิดเพื่อให้สามารถพัฒนาและต่อยอดได้เป็นอย่างดี

จากที่ได้กล่าวมาทักษะที่มีความสำคัญและจำเป็นที่ควรได้รับการปลูกฝังตั้งแต่ระดับปฐมวัยทักษะหนึ่ง ก็คือ ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation Skills) ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมทักษะด้านนี้ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า การจัดการเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมทักษะด้านนี้ คือ การจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิซึม ซึ่งตรงกับ การศึกษาในประเทศไทยยึดหลักของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ดังนั้น แล้วการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ควรจะมี ลักษณะตามแนวคิดของนักคอนสตรัคติวิซึม เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ นักจิตวิทยาที่มีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนรู้ คือ เพียเจต์ (Piaget) นักจิตวิทยาชาวสวิส และไวโกสกี (Vygotsky) นักจิตวิทยาชาวรัสเซียกล่าวคือ เพียเจต์ (Piaget) เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ที่ช่วยให้เกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างความรู้ความคิด เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ ไวโกสกี (Vygotsky) อธิบายหลักการสำคัญว่าผู้เรียนจะมีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ในระดับหนึ่ง และจะสามารถก้าวไป ยกระดับการเรียนรู้ที่สูงขึ้นตามศักยภาพที่มีอยู่เมื่อได้รับการแนะนำช่วยเหลือจากผู้รู้ แนวความคิดของคือ เพียเจต์ (Piaget) และ ไวโกสกี (Vygotsky) มีส่วนที่คล้ายคลึงกันตรงการมีปฏิสัมพันธ์เพื่อนำสู่การเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ และการไปถึงระดับที่ผู้เรียนมีศักยภาพ

การจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิซึม ซึ่งจะเป็นแนวทางการจัดประสบการณ์ให้กับผู้เรียนได้ใช้กระบวนการ 4 กระบวนการ ได้แก่ ขั้นสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ (Motivation) ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์ (Transfer) ขั้นสร้างกระบวนการเรียนรู้ (Process) และขั้นนำความรู้ไปใช้ (Application) ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดประสบการณ์ที่ Tongthawon (2014) ได้พัฒนาขึ้นในงานวิจัย เรื่อง รูปแบบการจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเองสำหรับเด็กปฐมวัย (MTPA Model) ซึ่งผลการวิจัยข้อหนึ่ง พบว่า รูปแบบการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบ MTPA Model ประกอบด้วยขั้นที่ 1 ขั้น M-Motivation (ขั้นสร้างแรงจูงใจ) ขั้นที่ 2 ขั้น T-Transfer (ขั้นการเชื่อมโยง) ขั้นที่ 3 ขั้น P-Process (ขั้นสร้างความรู้) ขั้นที่ 4 ขั้น A-Application (ขั้นการประยุกต์ใช้) สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนชั้นอนุบาล 1 และชั้นอนุบาล 2 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ได้อย่างเหมาะสมและประยุกต์ใช้ได้ทุกหน่วยการเรียนรู้ของหลักสูตรสถานศึกษาได้เป็นอย่างดีซึ่งแต่ละขั้นตอน ครูสามารถเลือกและประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อ ตลอดจนแหล่งเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการเรียนรู้ ความถนัด ความสนใจ ได้อย่างหลากหลาย เช่น การสอนแบบโครงงาน การสำรวจ การทดลอง การอภิปราย บทบาทสมมติ นิทรรศการ การเชิญวิทยากร การใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชน ทำนองเดียวกันสื่อการเรียนการสอนประกอบด้วยสื่อประเภทวัสดุ อุปกรณ์ สื่อประเภทวิธีการ ของจริง ธรรมชาติรอบตัวเด็ก ตลอดจนแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ในท้องถิ่น ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ทดลองใช้รูปแบบการจัดประสบการณ์แบบ การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเองในโครงการนำร่องของ Tongthawon (2014) เมื่อปี พ.ศ. 2553 และได้ทำงานวิจัยในชั้นเรียน เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัยโดยการจัดประสบการณ์ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งผลการวิจัยพบว่าเด็กปฐมวัยมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 8 ทักษะสูงกว่าเกณฑ์ความก้าวหน้าที่ตั้งไว้ร้อยละ 30.00 (Moonngam, 2010) นอกจากนี้ แล้วยังมีงานวิจัยของ Kawwijit (2010) เรื่อง การพัฒนาความสามารถด้านการคิดเชิงเหตุผล ของเด็กปฐมวัยผ่านการจัดประสบการณ์โดยกระบวนการสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งผลการวิจัย พบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัด ประสบการณ์โดยกระบวนการสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเองมีความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลอยู่ในระดับดีและดีมาก

ด้วยเหตุผลแนวคิดหลักการที่กล่าวมาทั้งหมดผนวกกับผู้ศึกษาซึ่งรับผิดชอบสอนในระดับชั้นอนุบาลปีที่ 2 โรงเรียน บ้านห้วยเป้า ซึ่งผู้เรียนส่วนใหญ่เป็นชาวไทยใหญ่และชาวพื้นเมือง ไม่ค่อยมีความกล้าคิดกล้าแสดงออกและมีบริบทที่ต่างจากเด็ก ในเมือง จึงสนใจจะขยายผลการศึกษาการใช้รูปแบบการจัดประสบการณ์แบบการสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง (MTPA Model)

ของ Tongthawon (2014) ซึ่งมีจุดเด่นคือ ช่วยให้เด็กได้เรียนรู้โดยการลงมือกระทำ โดยการลองผิดลองถูกเด็กจะสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง เด็กจะมีความกล้าแสดงออกมากขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกรูปแบบการจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง (MTPA Model) เพื่อขยายผลการศึกษาทักษะสร้างสรรค์และนวัตกรรมของเด็กปฐมวัย สืบเนื่องจากมีกลุ่มประชากรหรือกลุ่มเป้าหมายที่มีอายุ 5-6 ปี ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ชั้นอนุบาล 2 เนื้อหาการเรียนรู้ก็มีความคล้ายคลึงกันตามหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย ซึ่งมีความเหมาะสมและสอดคล้องในส่วนของเนื้อหาและแนวปฏิบัติเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของเด็กปฐมวัยกลุ่มเป้าหมาย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแผนจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเองในการพัฒนาทักษะสร้างสรรค์และนวัตกรรมของเด็กปฐมวัย
2. เพื่อศึกษาทักษะสร้างสรรค์และนวัตกรรมของเด็กปฐมวัยโดยการจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง (MTPA Model)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2546 และ 2560 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา การจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 การประเมินพัฒนาการและการเรียนรู้ของเด็กปฐมวัย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. กลุ่มเป้าหมาย

2.1 เด็กปฐมวัยชั้นอนุบาลปีที่ 2 โรงเรียนบ้านห้วยเป่า สังกัดเทศบาลตำบลทุ่งข้าวพวง อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 20 คน

2.2 กลุ่มเป้าหมายจำนวน 20 คน ได้มาโดยวิธีเลือกแบบเจาะจงเนื่องจากเด็กปฐมวัยกลุ่มเป้าหมาย เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นอนุบาล 2 ปีการศึกษา 2559

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 แผนจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง (MTPA Model) ในการพัฒนาทักษะสร้างสรรค์และนวัตกรรมของเด็กปฐมวัย จำนวน 3 หน่วย หน่วยที่ 1 มี 6 แผน หน่วยที่ 2 มี 9 แผน และหน่วยที่ 3 มี 5 แผน รวม 20 แผน ใช้เวลา รวม 6 สัปดาห์ นำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ถือว่า แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้มีความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ค่า IOC จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีทั้งหมด 3 หน่วยแต่ละหน่วยค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1.00 ถือเป็นที่ยอมรับ

3.2 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพแบบ A ของ Torrance (Torrance Test of Creativity Thinking Figural Form A) ดัดแปลงโดย Phanmanee (1994) ประกอบไปด้วยกิจกรรม 3 ชุด คือ

ชุดที่ 1 ใช้เวลาทดสอบ 10 นาที เป็นกิจกรรมวาดภาพ ให้วาดภาพต่อจากสิ่งเร้าที่กำหนดซึ่งเป็นกระดาษสติ๊กเกอร์ สีเขียวรูปไข่ 1 รูป มีขนาดความยาวในแนวรีประมาณ 9 ซม. ความกว้างประมาณ 6 ซม. ให้ต่อเติมภาพให้แปลกใหม่น่าตื่นเต้นและน่าสนใจที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้แล้วให้ตั้งชื่อภาพนั้นให้แปลกที่สุด

ชุดที่ 2 ใช้เวลาทดสอบ 10 นาที เป็นกิจกรรมการวาดภาพให้สมบูรณ์เป็นการให้วาดภาพต่อเติมภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนดซึ่งเป็นรูปเส้นในลักษณะต่างๆ จำนวน 10 ภาพให้ต่อเติมภาพให้แปลกน่าสนใจและน่าตื่นเต้นเท่าที่จะเป็นไปได้ แล้วตั้งชื่อภาพให้ต่อเติมเสร็จให้แปลกและน่าสนใจ

ชุดที่ 3 ให้เวลาทดสอบ 10 นาที เป็นกิจกรรมลากเส้น เป็นการต่อเติมภาพจากเส้นคู่ขนานจำนวน 30 คู่แต่ละคู่มีความสูง 2.5 ซม. เส้นคู่ขนานมีระยะห่าง 0.8, 1.3 และ 1.7 ซม. จำนวน 3, 12 และ 15 คู่ ตามลำดับเน้นการประกอบภาพโดยใช้เส้นคู่ขนานเป็นส่วนสำคัญของภาพและต่อเติมให้แปลกแตกต่างไม่ซ้ำกัน แล้วตั้งชื่อภาพที่ต่อเติมเสร็จแล้วให้แปลกและน่าสนใจ

ค่า IOC จากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน แบบทดสอบค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ถือว่า แบบทดสอบมีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาในแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญคือควรปรับเกณฑ์ประเมินความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออให้เหมาะสมและใช้ได้จริง

3.3 แบบทดสอบวัดทักษะนวัตกรรม ในการทดสอบทักษะนวัตกรรมนั้นต้องเป็นการประเมินผลงาน สืบเนื่องจากต้องเป็นผลงานที่เกิดจากความคิด วิธีการหรือสิ่งใหม่ๆ ที่ได้จากการคิดสร้างสรรค์มาทำให้เกิดประโยชน์ใช้งานจริงได้ การทดสอบจึงมีลักษณะเป็นกิจกรรมการประดิษฐ์และสร้างสรรค์ผลงานที่สามารถใช้ได้จริง การทดสอบจะประกอบด้วยชุดอุปกรณ์จำนวน 5 ชุดให้เด็กได้ลงมือสร้างผลงานตามความคิดโดยครูย้ำว่าจะต้องมีความน่าสนใจ แปลกใหม่ไม่ซ้ำใครและสามารถใช้ประโยชน์ได้จริงการให้คะแนนผลงานนวัตกรรมจะมีเกณฑ์ที่ทางผู้จัดทำสร้างขึ้น แต่ละชุดกิจกรรมมีคะแนนกิจกรรมละ 20 คะแนน จำนวน 5 ชุด รวมทั้งหมด 100 คะแนน ผลการประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้และความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ได้ค่า IOC จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน แบบทดสอบได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะว่าให้เพิ่มคำอธิบายหน้าแบบทดสอบให้ชัดเจน ปรับเกณฑ์การประเมินผลให้ชัดเจน ควรมีการกำหนดเวลาในคำชี้แจง เกณฑ์การใช้ประโยชน์มีคำว่าทนทานอาจจะยากเกินไปสำหรับเด็กกับการใช้งานได้จริงต้องพิจารณาว่าในเด็กปฐมวัยได้ระดับไหนพิจารณาข้อควรระวังในการใช้มีดคัตเตอร์เป็นอันตรายต่อเด็กใหม่ การใช้กาารวร้อนเด็กจะต้องมีทักษะการใช้เพราะอาจจะติดมือ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ขอนหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยต่อผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านห้วยเป้า

4.2 ดำเนินการทดสอบทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบ 2 ชุดชุดที่ 1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพแบบ ก ของ Torrance (Torrance Test of Creativity Thinking Figural Form A) ดัดแปลงโดย Phanmanee (1994) ทั้งหมด 3 ตอนใช้เวลาทำ 1 ชั่วโมง ชุดที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะนวัตกรรมซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีลักษณะเป็นกิจกรรม 5 ชุดประกอบด้วยชิ้นงานและชุดอุปกรณ์ ใช้เวลาทำกิจกรรมละ 1 ชั่วโมง

4.3 ดำเนินการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง (MTPA Model) ในการพัฒนาทักษะสร้างสรรค์และนวัตกรรมของเด็กปฐมวัยโดยใช้ระยะเวลา 6 สัปดาห์ ประกอบไปด้วย 3 หน่วย หน่วยที่ 1 มี 6 แผน หน่วยที่ 2 มี 9 แผน และหน่วยที่ 3 มี 5 แผน รวม 20 แผน) ประกอบไปด้วย ตารางวิเคราะห์แผนการจัดประสบการณ์ ชื่อหน่วย การเรียนรู้ ผังโมทัศน์ ตารางวิเคราะห์แผนการจัดประสบการณ์ ชื่อเรื่อง สารสำคัญ จุดประสงค์ สารการเรียนรู้ ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม สื่อและแหล่งการเรียนรู้ และการวัดและการประเมินผล ซึ่งประกอบไปด้วยขั้น ขั้นสร้างแรงจูงใจ ขั้นการเชื่อมโยงประสบการณ์ ขั้นสร้างความรู้ ขั้นนำความรู้ไปประยุกต์ใช้

4.4 ดำเนินการทดสอบทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบชุดเดิมกับการทดสอบก่อนเรียน เก็บรวบรวมคะแนนแล้วสรุปผล

4.5 นำคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มาหาค่าเฉลี่ยร้อยละและเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดจากนั้นนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางประกอบคำบรรยาย

5. การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับทักษะสร้างสรรค์และนวัตกรรม โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าร้อยละเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้านทักษะสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนปฐมวัยที่ได้รับจากการจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง (MTPA Model) เทียบกับเกณฑ์ความแตกต่างที่ร้อยละ 30.00

สถิติที่ใช้ในการวิจัย ค่าร้อยละ ใช้สูตร ดังนี้

$$\text{ร้อยละ} = \frac{X \times 100}{N}$$

เมื่อ X แทน คะแนนที่ต้องการนำมาหาค่าร้อยละ
N แทน คะแนนเต็ม

ตาราง 1 ค่าร้อยละเฉลี่ยผลต่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้านทักษะการสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยจำนวน 20 คน

ทักษะ	ทดสอบก่อนเรียน ค่าร้อยละ (%)	ทดสอบหลังเรียน ค่าร้อยละ (%)	ค่าร้อยละเฉลี่ย คะแนนผลต่าง	สรุปผลผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 30.00
ด้านความคิดคล่องแคล่ว	40.88	77.75	36.88	ผ่าน
ด้านความคิดริเริ่ม	27.38	67.88	40.50	ผ่าน
ด้านความคิดละเอียดลออ	43.00	83.67	40.67	ผ่าน
ค่าความต่างคิดเป็นร้อยละ	37.09	76.43	39.34	ผ่าน

จากตาราง 1 จะเห็นได้ว่าทักษะการสร้างสรรค์หลังการจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตัวเอง เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังเรียนในภาพรวม พบว่า คะแนนก่อนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คิดเป็นร้อยละ 37.09 และคะแนนหลังการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 76.43 มีค่าความต่างร้อยละ 39.34 ถือว่าผ่านเกณฑ์การยอมรับที่ค่าความแตกต่างร้อยละ 30.00 ถ้าพิจารณาเป็นรายด้านสามารถเรียงลำดับทักษะแต่ละด้านจากมากไปหาน้อยได้ ดังนี้ ด้านความคิดคล่องแคล่ว (36.88) ด้านความคิดริเริ่ม (40.50) ด้านความคิดละเอียดลออ (40.67) ตามลำดับ ซึ่งสรุปผลได้ว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมสูงขึ้น

ตาราง 2 ค่าร้อยละเฉลี่ยผลต่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้านนวัตกรรมของเด็กปฐมวัยจำนวน 20 คน

ทักษะนวัตกรรม	ทดสอบก่อนเรียน ค่าร้อยละ (%)	ทดสอบหลังเรียน ค่าร้อยละ (%)	ค่าร้อยละเฉลี่ย คะแนนผลต่าง	สรุปผลผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 30.00
ค่าความต่างคิดเป็นร้อยละ	42.30	80.90	38.60	ผ่าน

จากตาราง 2 จะเห็นได้ว่า ทักษะด้านนวัตกรรมของเด็กปฐมวัยกลุ่มเป้าหมายหลังการจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตัวเอง เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังเรียนในภาพรวม พบว่า คะแนนก่อนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คิดเป็นร้อยละ 42.30 และคะแนนหลังการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 80.90 มีค่าความต่างร้อยละ 38.60 ถือว่าผ่านเกณฑ์การยอมรับที่ค่าความต่างร้อยละ 30.00 สรุปได้ว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีทักษะนวัตกรรมที่สูงขึ้น

ผลการวิจัย

1. ได้แผนการจัดประสบการณ์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตนเอง (MTPA Model) จำนวน 3 หน่วยรวม 20 แผน ซึ่งแผนกิจกรรมทั้งหมดสามารถนำไปใช้พัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของเด็กปฐมวัยได้ตามจุดประสงค์ โดยจะเห็นได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียนที่สูงขึ้นกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สรุปได้ว่าแผนการจัดประสบการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแผนที่สามารถนำไปใช้จัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของกลุ่มเป้าหมายได้ตามวัตถุประสงค์

2. ผลการศึกษาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของเด็กปฐมวัยโดยการจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง

2.1 ทักษะการสร้างสรรค์เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังเรียนโดยภาพรวม ผลปรากฏว่า คะแนนก่อนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คิดเป็นร้อยละ 37.09 และคะแนนหลังการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 76.43 มีค่าความแตกต่างร้อยละ 39.34 ถือว่าผ่านเกณฑ์การยอมรับที่ค่าความต่างร้อยละ 30.00 ถ้าพิจารณาโดยแยกเป็นรายด้านสรุปได้ค่าร้อยละความแตกต่าง ได้ดังนี้ ด้านความคิดคล่องแคล่วร้อยละ 36.88 ด้านความคิดริเริ่มร้อยละ 40.50 ด้านความคิดละเอียดลออร้อยละ 40.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 30.00

2.2 ทักษะด้านนวัตกรรมของเด็กปฐมวัยกลุ่มเป้าหมายหลังการจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตัวเอง เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังเรียนในภาพรวม ผลปรากฏว่า คะแนนก่อนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คิดเป็นร้อยละ 42.30 และคะแนนหลังการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 80.90 มีค่าความต่างร้อยละ 38.60 ถือว่าผ่านเกณฑ์การยอมรับที่ค่าความต่างร้อยละ 30.00

สรุปได้ว่าเด็กปฐมวัยกลุ่มเป้าหมายมีทักษะสร้างสรรค์และนวัตกรรมหลังการเรียนรู้โดยการจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง(MTPA Model) สูงขึ้น

การอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการสร้างแผนการจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเองเพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับเด็กปฐมวัยซึ่งหลังจากการศึกษาพบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 20 คน มีการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความคิดคล่องแคล่ว ด้านความคิดริเริ่ม ด้านความคิดละเอียดลออ และยังพัฒนาทักษะการสร้างนวัตกรรมที่สูงขึ้น มีค่าพัฒนาการความก้าวหน้าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 30.00 ซึ่งสามารถอภิปรายผล ได้ดังนี้

1. การสร้างแผนการจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเองเพื่อพัฒนาทักษะสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับเด็กปฐมวัยมีกระบวนการสร้างอย่างเป็นระบบ โดยเริ่มจากการศึกษาหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2546 และขอขยายเนื้อหาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สำหรับเด็กปฐมวัยจากนั้นเลือกหน่วยการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับวัย ความสนใจ ความต้องการและบริบทของเด็ก แล้วนำมาวิเคราะห์และสร้างเป็นแผนการจัดประสบการณ์เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับเด็กปฐมวัย โดยนำองค์ประกอบของการจัดทำแผนจัดประสบการณ์ของการสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง (MTPA Model) โดยขั้นตอนของการจัดประสบการณ์เรียนรู้ของ Tongthawon (2014) ที่ได้กำหนดขั้นตอนไว้ 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation) เป็นการเตรียมความพร้อมและกระตุ้นความสนใจของเด็กให้มีความกระตือรือร้นในเรื่องที่จะเรียนซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีความท้าทาย และความสนุกสนาน และจูงใจให้เด็กอยากจะเรียนรู้ในเรื่องที่จะเรียนซึ่งเป็นการสร้างแรงจูงใจเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้อย่างมีความสุข สำหรับกิจกรรมในขั้นสร้างแรงจูงใจนี้ยกตัวอย่าง เช่น การเล่านิทาน ซึ่งทราบกันดีอยู่แล้วว่าการเล่านิทานเปรียบเสมือนการเปิดประตูสู่โลกแห่งจินตนาการ เด็กจะเกิดความคิดเกิดเป็นคำถามและข้อสงสัยมากมาย ซึ่งกระบวนการนี้เองจะสามารถนำเด็กไปสู่หัวข้อเรื่องการเรียนรู้ที่เด็กสนใจโดยมีนิทานเป็นฐานความรู้และเราสามารถช่วยให้เด็กต่อยอดการเรียนรู้ในขั้นต่อไป กิจกรรมที่น่าสนใจในขั้นการเรียนรู้นี้ อีกอย่างคือ การเล่นเกมหรือทำกิจกรรมกลางแจ้ง จะเป็นกิจกรรมที่สนุกสนานเหมือนกับการที่เด็กได้เล่นออกกำลังกาย โดยครูจะเป็นผู้ที่สอดแทรกสิ่งที่อยากให้เด็กได้เรียนรู้ และอีกกิจกรรมที่ค่อนข้างจะสร้างแรงจูงใจในการเรียนได้ดีคือการพาไปแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนจะสร้างความตื่นเต้น อยากค้นหา อยากสำรวจพื้นที่ขึ้นมาทันที เป็นต้น ยังมีอีกหลายกิจกรรมที่มีความน่าสนใจเหมาะแก่การเรียนรู้ในขั้นนี้อีกเช่น การทดลอง การเล่นเกมให้เด็กทายหรือเดา ตลอดจนเกมการศึกษาต่างๆ เป็นต้น

ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม (Transfer) เป็นการเชื่อมโยงให้เด็กนำความรู้เดิมออกมานำเสนอ ซึ่งตรงกับ Pornkul (2001) ที่กล่าวไว้ว่า ผู้เรียนทุกคนย่อมมีความรู้ติดตัวมาและความรู้นั้นมีคุณค่าที่จะนำมาใช้เป็นพื้นฐานเชื่อมโยงกับสิ่งที่ศึกษาใหม่ และการเรียนการสอนแบบการสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับการทำงานของสมองโดยอ้างจาก Wolfe (2001) ที่กล่าวว่า สมองจะทำงานเป็น 3 ระดับ คือ Concrete Experience หมายถึง การเรียนรู้โดยผ่านสัมผัสต่างๆ หลังจากได้รับประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม สมองก็จะนำข้อมูลไปเก็บไว้ในช่องต่อของ Neurons ต่อมาถ้าได้รับประสบการณ์ซ้ำๆ ร้อยต่อ (Neurons) จะมีข้อมูลมากขึ้นเรื่อยๆ

หลังจากนี้ถ้าต้องการข้อมูลเมื่อใดสมองก็จะสามารถดึงข้อมูลออกมาใช้ได้เสมอ ทั้งนี้ ต้องผนวกกับสภาวะอารมณ์ของผู้เรียนในขณะนั้นด้วย ระดับที่สอง คือ Representation or Symbolic Learning หมายถึง การเรียนระดับที่ 2 เป็นการที่ผู้เรียนได้สัมผัส สำรวจ (Explore) สัญลักษณ์ที่อยู่ในสภาพแวดล้อมอย่างจริงจัง ทั้งนี้ประสบการณ์การเรียนรู้แบบ Symbolic นั้นจะไม่มีคามหมายเลย ถ้าผู้เรียนไม่ได้ผ่านประสบการณ์ Concrete มาก่อนและระดับที่สามคือ Abstract Learning หมายถึง การเรียนระดับที่ 3 ขั้นนี้ การเรียนรู้ต่างๆ เกิดขึ้นเป็นรูปธรรมทั้งสิ้น ส่วนใหญ่เป็นคำและตัวเลข มโนทัศน์รูปธรรม เช่น ประชาธิปไตยหรือวัฒนธรรม การที่เด็กจะเข้าใจมโนทัศน์รูปธรรมได้นั้นต้องขึ้นอยู่กับอายุพัฒนาการของเด็กเองด้วยจะเห็นได้ว่า การทำงานของสมองและการเรียนแบบ การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง ในการสร้างความรู้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน การจัดกิจกรรมในขั้นตอนของการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมนี้จึงมีความสำคัญที่จะนำไปสู่ขั้นตอนการเรียนรู้ที่เป็นความรู้ใหม่ สำหรับกิจกรรมในขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์นั้นสามารถทำได้ โดยการจัดกิจกรรมสำรวจพื้นที่ ในสถานที่เด็กคุ้นเคยเพื่อให้เด็กเล่าถึงประสบการณ์ความรู้เดิมที่เกี่ยวกับสถานที่หรือเรื่องราวต่างๆ รวมไปถึงการสำรวจสิ่งของต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้หรือมีความเชื่อมโยงเกี่ยวข้องกันให้เด็กได้เล่าอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่เคยเรียนรู้ ยังมีอีกหลายกิจกรรมที่น่าสนใจ เช่น การจำลองเหตุการณ์ แสดงบทบาทสมมติ ให้เด็กเล่าเรื่องจากภาพ เป็นต้น

ขั้นสร้างความรู้ (Process) กิจกรรมขั้นสร้างความรู้จะให้เด็กได้สร้างความรู้ด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้เตรียมและจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของเด็ก Tongthaworn (2003) ที่กล่าวว่า พื้นฐานที่สำคัญในการจัดสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองควรมีลักษณะดังนี้ คือ ผู้เรียนเป็นนักค้นคว้า สืบค้น และค้นพบผู้เรียนมีความอัตโนมัติ คล่องแคล่วเด็กมีแรงจูงใจในการเรียน (Learner Self-Motivation) เด็กมีความกระตือรือร้น และมีชีวิตชีวาในการเรียนรู้ในการเรียนแบบการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ครูมีบทบาทในการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของเด็ก เป็นผู้อำนวยความสะดวกเป็นผู้ช่วยกระตุ้น เป็นผู้แนะนำ และเป็นผู้ชี้นำโครงงาน และผู้เรียนยังต้องเป็นผู้ที่ลงมือค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง อ้างจากคำกล่าวของ Russel (as cited in Tongthaworn, 2003) แสดงให้เห็นว่า หัวใจความเชื่อของการเรียนรู้ของมนุษย์นั้น คือ การเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ จากฐานประสบการณ์การเรียนรู้เดิม โดยที่เด็กหรือผู้เรียนเป็นผู้จัดกระทำต่อวัตถุในสภาพแวดล้อมหรือบริบทที่เหมาะสมและเพิ่มพูนความเข้าใจจากการปฏิสัมพันธ์กับวัตถุและสภาพแวดล้อมหรือเหตุการณ์อื่นๆ ที่กำลังเรียนรู้ ทั้งนี้ Leonard (as cited in Tongthaworn, 2003) ได้สนับสนุนในทิศทางเดียวกัน คือ ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเป็นวิธีการจัดการศึกษาโดยยึดเด็กเป็นศูนย์กลางที่เนื้อหาในการเรียนเกิดจากเด็กเอง การเรียนรู้เกิดได้เมื่อมีการเรียนเป็นกลุ่มและมีการเรียนอย่างให้ความร่วมมือซึ่งกันและกัน (Constructivist Learning Environment) กิจกรรมในขั้นสร้างความรู้นี้มีหลากหลายกิจกรรมที่น่าสนใจ เช่น กิจกรรมการทดลองซึ่งเป็นกิจกรรมที่น่าสนใจ ทำง่าย ได้ลงมือปฏิบัติจริงได้ใช้อุปกรณ์และสถานการณ์จริง กิจกรรมนี้ครูค่อนข้างจะให้อิสระในการตัดสินใจทำสิ่งต่างๆ เน้นกระบวนการกลุ่มการพูดคุยแสดงความคิดเห็นครูยังสามารถสังเกตการณ์ความเครียดในการตัดสินใจและยอมรับความคิดเห็นของตนเองและผู้อื่นกิจกรรมในขั้นสร้างความรู้ที่สนุกสนานอีกกิจกรรม คือ การให้โจทย์หรือกำหนดอุปกรณ์ให้เด็กได้ร่วมกันคิดวางแผนในการสร้างผลงานแม้จะค่อนข้างวุ่นวายในช่วงแรกๆ ครูและเด็กต้องสร้างข้อตกลงซึ่งกันและกัน ฝึกทำกิจกรรมบ่อยๆ เด็กจะเกิดทักษะการวางแผนฝึกการใช้ประโยชน์จากอุปกรณ์ซึ่งจะเป็นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในงานชิ้นต่อไป เช่น กรรไกรครั้งนี้ใช้ตัดกระดาษครั้งหน้าลองนำไปตัดผ้า เด็กจะเกิดการเรียนรู้ที่ไม่รู้ตัวแต่การเรียนรู้ที่มีความหมายต่อเด็กมาก กิจกรรมขั้นนี้ให้เด็กได้มีโอกาสเรียนรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด ส่วนใหญ่แล้วครูจะเกรงใจผู้ปกครองไม่กล้าให้เด็กทำสิ่งต่างๆ ที่เสี่ยงอันตรายกลัวเบี่ยงเบนสปริง หากครูเราสามารถลดข้อจำกัดต่างๆ เหล่านี้ลงได้ เด็กจะเกิดการเรียนรู้ในขั้นสร้างความรู้ได้มากยิ่งขึ้นเมื่อเด็กได้ไปตัดใบหญ้าผ่าด้วยตัวเองเลือกใบที่สามารถนำมาทำงานศิลปะให้เหมาะสมกับชิ้นงานของตัวเอง โดยครูต้องสอนวิธีใช้กรรไกร รวมถึงการดูแลตัวเองเมื่อต้องอยู่กลางแจ้ง (ใส่เสื้อคลุมแขนยาว สวมหมวก เป็นต้น) ในขั้นกิจกรรมนี้มีอีกมากมายหลายกิจกรรมที่ให้ได้เรียนรู้ปนกันอย่างสนุกสนาน เช่น การทดลองทางวิทยาศาสตร์ การหาความรู้โดยใช้ Social Network การศึกษาแหล่งเรียนรู้ เป็นต้น

เมื่อผู้เรียนได้รับความรู้แล้ว ก็จะสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งในแผนจัดประสบการณ์ตามแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง มีการกำหนดขั้นการเรียนรู้ขั้นสุดท้ายว่า ขั้นนำความรู้ไปใช้เพื่อแสดงถึงการนำความรู้ที่ได้ไป

ประยุกต์ใช้ได้จริง (Tongthawon, 2014) กิจกรรมในขั้นนี้ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นงานศิลปะ ให้เด็กได้ ประดิษฐ์ วาดภาพ สร้างชิ้นงานจากสิ่งที่ได้เรียนรู้ รวมถึงการเพาะเมล็ด ปลูกพืชผัก เป็นต้น

แผนจัดประสบการณ์โดยใช้แนวทฤษฎีการสร้างสร้งความรู้ด้วยตนเองเป็นนวัตกรรมทางการเรียนการสอนที่ประมวลเนื้อหา ประสบการณ์ แนวคิด วิธีการ กิจกรรมและสื่อได้อย่างสอดคล้องกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Tantipalajiva (2008) ที่ได้เสนอแนวทางจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงเหตุผล โดยการจัดกิจกรรมทดลอง ประดิษฐ์ แสดงผลงาน ทักษะศึกษา และการเล่นตามมุมต่างๆ และให้เด็กเล่าประสบการณ์จากการทำกิจกรรมนั้นๆ นอกจากนี้ แผนการจัดประสบการณ์ตามแนวทฤษฎีการสร้างสร้งความรู้ด้วยตนเองยังเป็นนวัตกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้เด็กเป็นศูนย์กลางเปิดโอกาสให้เด็กได้เรียนรู้ด้วยตนเองสอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของเด็กปฐมวัยที่มีความอยากรู้อยากเห็น และสนใจเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ รอบตัว ซึ่งสอดคล้องกับแนวการจัดประสบการณ์ของหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2546 ที่กล่าวว่า การจัดประสบการณ์ควรจัดให้สอดคล้องกับลักษณะการเรียนรู้ของเด็ก คือให้เด็กได้ลงมือกระทำ เรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้เคลื่อนไหว สำรวจ เล่น สังเกต สืบค้น ทดลอง และคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2003) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี การสร้างสร้งความรู้ด้วยตนเอง ได้จัดให้มีความสอดคล้องกับวัย ความสนใจและความต้องการของเด็ก มีทั้งกิจกรรมกลุ่มและกิจกรรมรายบุคคล เปิดโอกาสให้เด็กทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเองผ่านการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า มีการออกแบบกิจกรรมให้มีความหลากหลาย เช่น กิจกรรมเคลื่อนไหวและจังหวะ กิจกรรมเสริมประสบการณ์ กิจกรรมสร้างสร้ง เกมการศึกษา โดยคำนึงถึงความสอดคล้องและความเหมาะสมกับหลักการเรียนรู้ ความสนใจ ความต้องการและความสามารถของเด็กซึ่งสอดคล้องกับหลักการจัดประสบการณ์ของหลักสูตรการศึกษาปฐมวัยพุทธศักราช 2546 ที่กล่าวว่า การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับธรรมชาติ ความต้องการและพัฒนาการของเด็ก

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างสร้งความรู้ด้วยตนเองจะเน้นการเปิด โอกาสให้เด็กได้ลงมือปฏิบัติ โดยครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เด็กรู้จักคิดและแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ Thamboworn (2006) ที่ให้เด็กมีการค้นคว้า การสังเกต การทดลอง และสรุปผล โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2560 ที่กล่าวว่า แนวทางการจัดประสบการณ์สำหรับเด็กปฐมวัยนั้นควรจัดให้สอดคล้องกับจิตวิทยาพัฒนาการ คือ เหมาะกับอายุ วุฒิภาวะ และระดับพัฒนาการ เพื่อให้เด็กทุกคนได้พัฒนาเต็มศักยภาพ จัดประสบการณ์ให้สอดคล้องกับลักษณะการเรียนรู้ของเด็กวัยนี้คือเด็กได้ลงมือกระทำ เรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้าได้เคลื่อนไหว สำรวจ เล่น สังเกต สืบค้น ทดลองและคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง จัดประสบการณ์ในรูปแบบบูรณาการ คือ บูรณาการทักษะและสาระการเรียนรู้จัดประสบการณ์ให้เด็กได้เริ่มคิด วางแผน ตัดสินใจ ลงมือกระทำและนำเสนอความคิด โดยผู้สอนเป็นผู้สนับสนุน อำนวยความสะดวก และเรียนรู้ร่วมกับเด็กจัดประสบการณ์ให้เด็กมีปฏิสัมพันธ์กับเด็กอื่นกับผู้ใหญ่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Klomim et al. (2014, p. 137) ที่กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แนวคอนตรัคติวิสต์ว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติ ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง เน้นสภาพที่เป็นจริงการเรียนรู้ในบริบทที่มีความหมาย และครูมีบทบาทสำคัญในการจัดสภาพและเตรียมสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เพื่อขยายพื้นฐานความคิดรวบยอดประสบการณ์ของผู้เรียน

จากที่กล่าวมาสรุปว่าแผนการจัดประสบการณ์การสร้างสร้งความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้รูปแบบขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ MTPA Model ของ Tongthawon (2014) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแผนที่สามารถพัฒนาทักษะการสร้างสร้งและนวัตกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังสามารถนำไปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะอื่นๆ ได้อีกด้วย ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยภายใต้โครงการนำร่องงานวิจัย (Pilot Project) ของ Moonngam (2010) วิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัยโดยการจัดประสบการณ์ตามแนวทฤษฎีการสร้างสร้งความรู้ด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่า เด็กมีการพัฒนาทักษะพื้นฐานกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 8 ทักษะที่ดีขึ้นสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 30.00

2. การศึกษาทักษะการสร้างสร้งและนวัตกรรมของเด็กปฐมวัยโดยการจัดประสบการณ์การสร้างสร้งความรู้ด้วยตนเอง (MTPA Model) การใช้แผนจัดประสบการณ์ตามแนวทฤษฎีการสร้างสร้งความรู้ด้วยตนเองเพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสร้งและ

นวัตกรรมสำหรับเด็กปฐมวัยได้สามารถพัฒนาพัฒนาทักษะสร้างสรรค์ และทักษะการสร้างนวัตกรรมที่สูงขึ้น สามารถอธิบายผลได้ดังนี้ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเกิดการพัฒนาด้านความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมจากการจัดกิจกรรมตามแผนจัดประสบการณ์ การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง (MTPA Model) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ในงานวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะที่สำคัญแห่งศตวรรษที่ 21 ได้แก่ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งสามารถเรียนรู้และปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในโลกปัจจุบันและอนาคตได้ สำหรับผู้ที่มีทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม จะสามารถปรับตัวให้เข้ากับทุกสถานการณ์ที่เกิดขึ้น โดยเป็นทักษะในด้านเป็นตัวกำหนดความพร้อมเพื่อเข้าสู่โลกแห่งการทำงานและการเรียนรู้ประกอบด้วยทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม การคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ไขปัญหาการสื่อสารและการร่วมมือ

จากการศึกษาแนวคิดทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักวิชาการดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม หมายถึง ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) เป็นการสร้างความคิดที่หลากหลาย มีกระบวนการความคิดได้มาจากหลายๆ วิธีการ สร้างสรรค์นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน วางแผน ออกแบบและพัฒนานวัตกรรมให้มีความทันสมัยเหมาะสมกับผู้เรียน สร้างความคิดที่ทั้งเป็นความคิดเสริมจากเดิม และความคิดก้าวหน้าใหม่ๆ สามารถวิเคราะห์และประเมินแนวคิดของตนเพื่อปรับปรุงและพัฒนาการสร้างสรรค์นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ให้มากขึ้น การปฏิบัติอย่างสร้างสรรค์กับคนอื่น ๆ สร้างและสื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ให้ผู้อื่นทราบอย่างมีประสิทธิภาพยอมรับแนวทางใหม่ๆ ที่นำมาใช้ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ สื่อสารความคิดใหม่ๆ เรียนรู้ และเข้าใจว่าความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมต้องใช้เวลาการนานวัตกรรมไปใช้ ริเริ่มการประยุกต์นำความคิดไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่องานทำให้ผลงานนั้นเป็นนวัตกรรมสามารถนำนวัตกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประเมินผลการใช้และปรับปรุงแก้ไขนวัตกรรม และยังสามารถประยุกต์กระบวนการคิดนานวัตกรรมสู่การจัดการเรียนการสอนในเชิงสร้างสรรค์อย่างสม่ำเสมอ

ทักษะการสร้างสรรค์ เมื่อเด็กได้สร้างผลงานหรือชิ้นงานอันเกิดจากทักษะความคิด ออกมาในรูปแบบของการคิด การสร้างสรรค์ ซึ่งจะปรากฏในขั้นการเรียนรู้การจัดการประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง (MTPA Model) ที่เรียกว่าขั้นสร้างความรู้และขั้นการประยุกต์ใช้เป็นส่วนใหญ่ จะเห็นได้ว่ามีความสำคัญเพราะสอดคล้องกับทฤษฎีของ Guilford (as cited in Phanmanee, 1994) คือ ทฤษฎีรูปแบบโครงสร้างทางสติปัญญา กล่าวคือ ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองเป็นความสามารถที่จะคิดได้กว้างไกลหลายทิศทางหรือที่เรียกว่าแบบอบเนกนัย (Divergent Thinking) ซึ่งลักษณะความคิดเช่นนี้ จะนำไปสู่การคิดประดิษฐ์แปลกใหม่รวมถึงการคิดค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จอีกด้วย กิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะสร้างสรรค์ ประกอบไปด้วย กิจกรรม หินสร้างภาพ สีสันแสนสวย ดินเหนียวมีชีวิต ทรายทลายสี ตุ๊กตาไขลุ่มลูก พัดแสนสวย ผ้ามัดย้อมแสนสวย พิมพ์ภาพจากใบหญ้าแฝก ตุ๊กตาหุ่นไล่กา สมุดภาพประโยชน์หญ้าแฝก ซึ่งเด็กมีความสุขสนุกสนานในการทำกิจกรรมสิ่งหนึ่งที่สังเกตได้จากการทำกิจกรรมศิลปะ คือ เด็กมีความสงบขึ้น ใจเย็นมีมุมมองที่หลากหลาย ชิ้นงานมีความแปลกใหม่ ไม่ค่อยทำตามเพื่อนหรือเลียนแบบผลงานของเพื่อน ส่วนใหญ่ทุกคนอยากมีชิ้นงานเป็นของตัวเองไม่ซ้ำไม่เหมือนใคร แผนการจัดการประสบการณ์แบบ MTPA Model จะเปิดโอกาสให้เด็กได้มีโอกาสเลือกและลงมือทำอย่างเต็มที่โดยครูจะไม่ค่อยเข้าไปชี้แนะแนวทาง หรือยกตัวอย่างเปิดโอกาสให้เด็กได้คิดเองลงมือเอง ผิดถูกไม่ตำหนิเด็ก ให้กำลังใจด้วยคำพูด สังเกตได้ว่าเด็กมีความกล้าคิดกล้าทำผลงานศิลปะที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำเพื่อนร่วมชั้นเรียน

ในงานวิจัยชิ้นนี้จะขอกกล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่ ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เหตุผลที่เลือกศึกษาความคิดริเริ่ม (Originality) เนื่องจากเห็นว่าเด็กปฐมวัยควรได้รับการฝึกความคิดริเริ่มด้วยกิจกรรมสร้างสรรค์ต่างๆ จะช่วยส่งเสริมให้เด็กนั้นมีความกล้าแสดงออกกล้าคิดกล้าทำในสิ่งใหม่ๆ ที่แปลกจากธรรมดาทั่วไป ด้านความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ก็เป็นความคิดสร้างสรรค์อีกด้านที่สำคัญสำหรับเด็กปฐมวัย เพราะจะช่วยให้เด็กมีความคิดที่คล่องตัว การฝึกทักษะด้านนี้ต้องมีการฝึกอย่างสม่ำเสมอ และมีความถี่ที่ชัดเจนจะช่วยให้เด็กนั้นเกิดทักษะการคิดสร้างสรรค์ด้านนี้ได้เป็นอย่างดี และความคิดละเอียดลออ (Elaboration) ซึ่งทักษะด้านนี้จะส่งผลต่อความสมบูรณ์ของงานสร้างสรรค์รวมถึงความหมายของงานที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของเด็ก ส่งเสริมให้เด็กคิดถึงรายละเอียดเล็กๆ

น้อยๆ ของงานซึ่งจะเป็นพื้นฐานของกระบวนการคิดอีกด้วย และเหตุผลที่ไม่ได้เลือกศึกษาความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เพราะผู้วิจัยเห็นว่า การวัดและประเมินผลด้านนี้สำหรับเด็กปฐมวัยยังไม่มีมาตรฐานชัดเจนและทำได้ยาก จึงเลือกที่จะศึกษาองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์จำนวน 3 ด้านดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น

ทักษะนวัตกรรม ซึ่งในกิจกรรมการจัดประสบการณ์การสร้างสร้งความรู้ด้วยตนเอง (MTPA Model) จะสอดแทรกกิจกรรมที่ให้แก่เด็กได้มีโอกาสประดิษฐ์สิ่งใหม่ๆ เรียกว่า นวัตกรรม การจัดประสบการณ์การสร้างสร้งความรู้ด้วยตนเองมีกิจกรรมที่สามารถนำเด็กปฐมวัยเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้การสร้างสร้งนวัตกรรม นวัตกรรม (Innovation) มีรากศัพท์มาจากภาษาละติน คำว่า Innovare แปลว่า “ทำสิ่งใหม่ขึ้นมา” การศึกษาเรื่องนวัตกรรม (Innovation) ได้มีการศึกษาและกล่าวถึงมาเป็นระยะเวลาค่อนข้างนานแล้ว แต่การให้คำนิยามหรือความหมายของนวัตกรรม ตลอดจนความเข้าใจก็ยังคงมีความแตกต่างกัน ตามมุมมองและภูมิหลังของนักวิชาการแต่ละคน ซึ่งก็ยังไม่สามารถกำหนดคำนิยามให้เป็นที่ยอมรับกันทั่วไป สำหรับรากศัพท์ของคำว่า นวัตกรรม (Innovation) นั้นมาจากภาษาละตินคำว่า “Innovare” แปลว่า “ทำสิ่งใหม่ขึ้นมา” กิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะนวัตกรรม ได้แก่ ออกแบบเครื่องเคาะจังหวะ ที่พับกระดาษแสนสวย นาฬิกาทรายแสนสวย รถของเล่น ที่บอกแรงลม เรือจำลอง กังหันวิดน้ำ ตู้อบดินน้ำมัน กระดาษปลูกหญ้าแฝก ผลิตภัณฑ์จากใบหญ้าแฝก ซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีความท้าทายความสามารถในการคิดเป็นอย่างมากจากเด็กที่ไม่ค่อยกล้าคิดกล้าทำกล้าพูด กลัวทำผิดเปลี่ยนเป็นเด็กที่กล้าทำลองผิดลองถูกจนได้ชิ้นงานเพราะงานแต่ละชิ้นนั้นสามารถใช้ประโยชน์ได้ เมื่อเด็กได้สร้างผลงานที่เรียกว่า นวัตกรรม ในงานวิจัยชิ้นนี้ เด็กจะเกิดความภูมิใจที่มีของเล่นของใช้ที่เป็นของตัวเองแม้จะไม่ค่อยสวยหรือแข็งแรงมาก ก็เชื่อว่าเด็กจะได้รับการฝึกทักษะนวัตกรรมนี้ทั้งด้านกระบวนการคิด การวางแผน การออกจากกรอบความคิดเดิม แผนจัดประสบการณ์การสร้างสร้งความรู้ด้วยตนเอง (MTPA Model) ส่งเสริมให้เด็กได้สร้างสร้งความรู้ด้วยตนเองโดยการฝึกทักษะนวัตกรรมซึ่งปรากฏในหน่วยการเรียนรู้ต่างๆ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากการสังเกตการณ์ทำกิจกรรม พบว่า เด็กมีความสนใจในชั่วโมงที่เป็นการสร้างสร้งชิ้นงานมากกว่า การนั่งเรียนในห้อง ข้อจำกัดของกิจกรรมการผลิตชิ้นงานคือ เวลาที่ค่อนข้างจำกัดหากแต่กำหนดเวลาเด็กบางคนที่ไม่ทันจริงๆ ก็จะทำมาส่งแบบไม่คิดไม่เป็นชิ้นเป็นอัน อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยชิ้นนี้สามารถพัฒนาทั้งทักษะสร้งสร้งและนวัตกรรมได้อย่างแท้จริง

นอกจากนี้ แล้วกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนจัดประสบการณ์การสร้างสร้งความรู้ด้วยตนเองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้เน้นถึงความสำคัญในการที่ให้แก่เด็กได้ทำกิจกรรมสร้งสร้งและนวัตกรรมในทุกแผนการเรียนรู้ทั้ง 20 แผน (กล่าวไว้ในตาราง 1) เพื่อให้เด็กได้มีโอกาสได้แสดงความรู้ความสามารถด้านความคิดสร้งสร้ง ซึ่งสอดคล้องกับ Torrance (as cited in Phanmanee, 1994) กล่าวว่า ความคิดสร้งสร้งคือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้โดยไม่มีขอบเขตจำกัด บุคคลสามารถมีความคิดสร้งสร้งในหลายแบบและผลของความคิดสร้งสร้งที่เกิดขึ้นนั้นมีมากมายไม่มีข้อจำกัด เหตุผลที่เราต้องสร้างพื้นฐานทักษะความคิดให้เกิดขึ้นในช่วงวัยของเด็กปฐมวัย เพราะว่าเด็กปฐมวัยมีความคิดจินตนาการและความคิดสร้งสร้งสูง ในส่วนของความคิดสร้งสร้ง จะเริ่มพัฒนามาตั้งแต่แรกเกิดและเพิ่มสูงขึ้นมากที่สุดในช่วงอายุ 4 ซึ่งเป็นระยะของเด็กปฐมวัยและจะพัฒนาต่อไปเรื่อยๆ ไม่หยุดยั้ง ในปริมาณที่แตกต่างกัน และหนึ่งในเครื่องมือของผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีของศาสตราจารย์ ดร.อี พอล ทอร์เรนซ์ แห่งมหาวิทยาลัยจอร์เจีย สหรัฐอเมริกาเป็นผู้พัฒนาเครื่องมือวัดความคิดสร้งสร้ง และพัฒนาขึ้นภายในขอบเขตและเนื้อหาทางการศึกษา แบบทดสอบความคิดสร้งสร้งของทอร์เรนซ์ เป็นแบบทดสอบความคิดสร้งสร้งโดยอาศัยรูปภาพ (Thinking Creatively with Picture) แบบ ก ที่ดัดแปลงโดยอารี รังสินันท์ ซึ่งมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับพัฒนาการของเด็กปฐมวัยได้เป็นอย่างดี เป็นตัวช่วยสนับสนุนให้เห็นว่าแผนจัดประสบการณ์การสร้างสร้งสร้งความรู้ด้วยตนเอง (MTPA Model) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นสามารถพัฒนาทักษะการสร้างสร้งสร้งและนวัตกรรมของเด็กปฐมวัยกลุ่มเป้าหมายได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

1. **ข้อเสนอแนะทั่วไป** จากการศึกษาเรื่องการพัฒนาทักษะสร้งสร้งและนวัตกรรมของเด็กปฐมวัยโดยการจัดประสบการณ์การสร้างสร้งสร้งความรู้ด้วยตนเองครั้งนี้มีข้อเสนอแนะทั่วไปในการทำวิจัย คือ

1.1 ในการจัดประสบการณ์การสร้างสร้งสร้งความรู้ด้วยตนเอง (MTPA Model) พบว่ามีบางหน่วยที่ใช้เวลาสอนค่อนข้างมากกว่าปกติครูผู้สอนควรปรับเปลี่ยนหรือลดกิจกรรม ให้กระชับและเหมาะสมระหว่างสาระการเรียนรู้กับระยะเวลา

1.2 การเลือกหัวเรื่องการเรียนรู้และกิจกรรมในแต่ละชั้นสำหรับการจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง (MTPA Model) ครูผู้สอนควรออกแบบให้สอดคล้องกับผู้เรียนและบริบทและธรรมชาติของผู้เรียน

1.3 ครูผู้สอนควรกำหนดชิ้นงานกลุ่มหรือเดี่ยว โดยพิจารณาตามความเหมาะสมและความยากง่ายของชิ้นงาน และพัฒนาการของผู้เรียน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป จากการศึกษาเรื่องการพัฒนาทักษะสร้างสรรค์และนวัตกรรมของเด็กปฐมวัย โดยการจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเองครั้งนี้มีข้อเสนอแนะทั่วไปในการทำวิจัยครั้งต่อไป คือ

2.1 ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้แผนจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง (MTPA Model) เพื่อส่งเสริมทักษะด้านอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้อยู่ในศตวรรษที่ 21

2.2 ควรทำการขยายผลการวิจัยการใช้แผนจัดประสบการณ์การสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง (MTPA Model) ในโรงเรียนที่มีบริบทอื่นๆ ที่แตกต่างจากงานวิจัยชิ้นนี้

References

- Brahmawong, C. (1978). *Innovation and educational technology and kindergarten teaching*. Bangkok: Thaiwattana Panich. [in Thai]
- Bureau of Academic Affairs and Educational Standards. (2003). *Early childhood education curriculum B.E. 2546*. Bangkok: Ministry of Education. [in Thai]
- Kawwijit, M. (2010). *Development of rational thinking ability of early childhood through experience management by constructivism*. Chiang Mai: Faculty of Education Chiang Mai University. [in Thai]
- Klomim, K., Namnak, C., Kaewurai, W., & Thumrongsothisakul w. (2014). A development of learning model based on constructivist theory of a scaffolding to enhance mathematic problem solving skill for lower for the mattayomsuksa 1. *Journal of Education Naresuan University*, 16(2), 129-133. [in Thai]
- Moonngam, R. (2010). *Development of science process skills for early childhood through constructivism experience organizing*. Chiang Mai: Faculty of Education Chiang Mai University. [in Thai]
- Panich, V. (2012). *21st century learning path for disciples*. Bangkok: Sadsri-Saritwong Foundation. [in Thai]
- Phanmanee, A. (1994). *Creativity*. Bangkok: Ton Aor. [in Thai]
- Pornkul, C. (2001). *CATS: A student-centered instructional model*. Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- Sarattana, V. (2013). *New paradigms in education perspectives on 21st century education*. Bangkok: Thippayawisood Limited Partnership. [in Thai]
- Tantipalajiva, K. (2008). *Learning activities for preschool children*. Bangkok: Mitsumphan Graphic. [in Thai]
- Thamboworn, N. (2006). *Development of cognitive processes in early childhood*. Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- Tongthaworn, R. (2003). *Early childhood constructivist teaching practices and philosophies of Thai teacher with four-to five-year-old students* (Doctoral Dissertation). Pennsylvania: Indiana University of Pennsylvania.
- Tongthawon, R. (2014). *Model of constructivism experience for early childhood children*. Chiang Mai: Faculty of Education Chiang Mai University. [in Thai]
- Wolfe, J. M. (2001). Asymmetries in visual search: An introduction. *Perception and Psychophysics*, 63(3), 381-389.

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาเครื่องมือวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยของครู

DEVELOPMENT OF MEASUREMENT INSTRUMENT OF TEACHERS' RESEARCH MINDSET

Received: February 6, 2020

Revised: March 9, 2020

Accepted: March 17, 2020

วิภาวี ศิริลักษณ์^{1*} สุวิมล ว่องวานิช² และชยุตม์ ภิรมย์สมบัติ³Wipawee Siriluk¹ Suwimon Wongwanich² and Chayut Piromsombat³^{1,2,3}คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย^{1,2,3}Faculty of Education, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: wipawee.si@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยของครู ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับแบบพหุมิติภายในข้อคำถาม (5-point multidimensional-within-item rating scale) กับครูในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 502 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ผลการวิจัย พบว่า

1. เครื่องมือวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ ความคิดที่มีต่อการวิจัย ความรู้สึกที่มีต่อการวิจัย และพฤติกรรมการวิจัย เนื้อหาสาระในข้อรายการของแบบวัดเกี่ยวข้องกับการทำวิจัยในชั้นเรียนตามขั้นตอนการวางแผน/การลงมือปฏิบัติ /การสังเกตเก็บรวบรวมข้อมูล/การสะท้อนคิด (PAOR)
2. เครื่องมือวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยผ่านการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ มีความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในของระหว่าง .49 - .74 และมีความตรงเชิงโครงสร้างจากผลการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (χ^2 (30, N=502) = 38.93, p = .13, CFI = .99, TLI = .99, SRMR = .02, RMSEA = .02)

คำสำคัญ: กรอบคิดติดยึดด้านการวิจัย การวิจัยในชั้นเรียน

Abstract

The purpose of this research is to develop the measurement instrument of teachers' research mindset. Data were obtained from 502 teachers under Office of the Basic Education Commission and were collected by using a 5-point multidimensional-within-item rating scale. The data were then analyzed by confirmatory factor analysis. The research findings were as follows:

1. The measurement instrument of teachers' research mindset consists of 3 components: thought towards research, feelings towards research, and research behaviors. The contents of the statements in the measurement tool are related to classroom research according to plan, act, observe, and reflect (PAOR).
2. The measurement instrument of teachers' research mindset has content validity as examine by experts. The Cronbach's alpha reliability coefficients ranged between .49-.74. Is also has construct validity as shown

by the model fit with the empirical data ($\chi^2(30, N=502) = 38.93, p = .13, CFI = .99, TLI = .99, SRMR = .02, RMSEA = .02$).

Keywords: Research Mindset, Classroom Action Research

ความเป็นมาและความสำคัญ

การส่งเสริมให้ครูทำวิจัยในชั้นเรียนถือเป็นแนวคิดสำคัญในการพัฒนาการศึกษา ด้วยลักษณะสำคัญของการวิจัยในชั้นเรียนที่มีเป้าหมายเฉพาะเพื่อการปรับปรุงหรือพัฒนาการเรียนการสอนในห้องเรียนโดยครูทำหน้าที่เป็นทั้งผู้สอนและผู้วิจัยในขณะเดียวกันจนเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานปกติเพื่อให้ได้ข้อค้นพบเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาที่ทันที่และสามารถปฏิบัติได้จริง (Freeman, 1998; Pelton, 2010; Wongwanich, 2016)

ครูสภากลางค์กรที่เกี่ยวข้องหลายส่วนได้พยายามส่งเสริมและพัฒนาการทำวิจัยในชั้นเรียนของครูอย่างต่อเนื่อง แต่ก็ยังไม่เห็นผลสำเร็จเท่าที่ควร ผลการวิจัยที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่า ในภาพรวมครูไทยยังมีความยึดมั่นผูกพันกับการวิจัยในระดับค่อนข้างน้อย (Prasertsin, 2012) ครูส่วนใหญ่ยังมีทัศนคติว่าการวิจัยเป็นเรื่องยาก และไม่ค่อยเห็นคุณค่าของการทำวิจัยว่าจะนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนได้อย่างแท้จริง (Kiatsornsri, 2011) ทั้งนี้ การส่งเสริมการทำวิจัยของครูที่ผ่านมาส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการส่งเสริมการวิจัยของครูโดยไม่ได้มีข้อมูลว่าครูที่เป็นกลุ่มเป้าหมายในการพัฒนามีวิธีคิดของตนเองเกี่ยวกับการทำวิจัยในชั้นเรียนอย่างไร จึงอาจมีช่องว่างของความรู้ (Knowledge Gap) ในส่วนของการวิเคราะห์วิธีคิดของครูซึ่งถือเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการทำวิจัยอย่างต่อเนื่องของครู จากการศึกษาของผู้วิจัย พบว่า ตัวแปรที่เกี่ยวข้องหรือใกล้เคียงกับวิธีคิดของครู คือ กรอบคิดติดยึดด้านการวิจัย (Research Mindset) ซึ่งเป็นความเชื่อที่บุคคลมีต่อการวิจัยและเป็นสิ่งที่ทำให้บุคคลมีความกระตือรือร้นที่จะทำการวิจัย (Taraban & Logue, 2012)

แนวคิดเรื่องกรอบคิดติดยึดนี้เริ่มเป็นที่สนใจของนักวิชาการทั่วโลกเนื่องจากมีผลการศึกษาที่ชี้ให้เห็นว่า การที่บุคคลแต่ละคนจะมีการรับรู้และแสดงออกเพื่อตอบสนองต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดแตกต่างกันเป็นเพราะว่าบุคคลเหล่านั้นมีกรอบคิดติดยึดที่แตกต่างกัน (Dweck, 2006) ทั้งนี้ ครูบางส่วนจะมีความคิดแบบผู้ปฏิบัติคือคิดว่าตนเองเป็นผู้ใช้ความรู้ที่ผู้อื่นค้นพบไม่ใช่ผู้ผลิตความรู้หรือนักวิจัยทำให้ไม่ค่อยใช้วิธีการวิจัยเพื่อค้นหาแนวทางการปฏิบัติงานที่เป็นระบบด้วยตนเอง (Freeman, 1998) การปลูกฝังและพัฒนาครูให้มีกรอบคิดทางบวกด้านการวิจัยอันจะส่งผลต่อความกระตือรือร้นในการทำวิจัย ความมั่นใจในตนเองในการทำวิจัย (Taraban & Logue, 2012) และความยึดมั่นผูกพันต่อการวิจัย (McEachern & Horton, 2016; Seider & Lemma, 2004) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

กรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยถือเป็นตัวแปรที่ใหม่และยังไม่ค่อยมีผลการศึกษาที่ให้องค์ความรู้เกี่ยวกับตัวแปรนี้มากนัก จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมาพบเพียงการให้แนวคิดเกี่ยวกับกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยอย่างกว้างๆ ของนักวิชาการต่างๆ เท่านั้น ยังไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบการวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยที่ชัดเจน รวมถึงยังไม่มีเครื่องมือวัดที่สามารถนำมาใช้วัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยได้โดยตรง ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดในการศึกษาเกี่ยวกับกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยในประเด็นอื่น ดังนั้น ในการวิจัยนี้มีประเด็นวิจัยในเบื้องต้นว่าองค์ประกอบของการวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยมีอะไรบ้างและเครื่องมือวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยของครูควรมีลักษณะอย่างไร ทั้งนี้เพื่อขยายขอบเขตความรู้เกี่ยวกับกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยและให้ได้เครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยของครูไทยที่จะเป็นประโยชน์แก่ผู้บริหารในการวางแผนพัฒนาครูต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยของครู

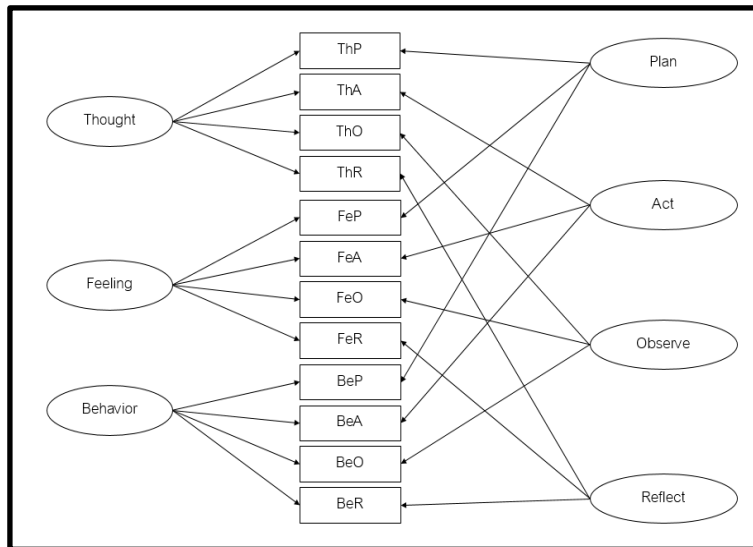
มนทัศน์เกี่ยวกับกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัย

กรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยหรือ Research Mindset เป็นความเชื่อที่บุคคลมีต่อการวิจัยอันจะส่งผลต่อความมั่นใจและความกระตือรือร้นที่จะทำการวิจัย (Taraban & Logue, 2012) รวมถึงความยึดมั่นผูกพันต่อการวิจัยของบุคคล (McEachern & Horton, 2016) กรอบคิดติดยึดนี้มักจะถูกกล่าวถึงในมุมของกรอบคิดทางบวก (Positive Mindset) ที่ต้องปลูกฝังให้เกิดแก่บุคคล โดยเฉพาะครู (McEachern & Horton, 2016; Seider & Lemma, 2004)

Dweck et al. (2011) อธิบายว่า กรอบคิดติดยึดเป็นสิ่งที่กำหนดความคิด (Thought) ความรู้สึก (Feeling) และพฤติกรรม (Behavior) ที่แสดงออกมาเพื่อตอบสนองต่อเหตุการณ์ต่างๆ ของบุคคล จากการศึกษาของผู้วิจัยยังไม่พบรายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบการวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยที่ชัดเจน มีเพียงการให้แนวคิดของนักวิชาการที่ว่า ผู้ที่มีกรอบคิดทางบวกด้านการวิจัยหรือมีความคิดแบบนักวิจัยจะมีความมั่นใจในตนเองในการทำวิจัย มีความมุ่งมั่นที่จะทำวิจัย และมีความกระตือรือร้นในการทำวิจัย (McEachern & Horton, 2016; Taraban & Logue, 2012) โดย Seider & Lemma (2004) ระบุว่า ครูที่มีกรอบคิดทางบวกด้านการวิจัยจะเชื่อในคุณค่าของการวิจัยมีแนวโน้มที่จะมีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัย และใช้ผลการวิจัยเป็นฐานในการปฏิบัติงาน รวมถึงมีการวางแผนที่จะทำวิจัยอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะช่วยเน้นบทบาทของครูในฐานะผู้ปฏิบัติงานเชิงสะท้อนที่มักจะให้ความสนใจและเต็มใจที่จะตรวจสอบการกระทำของตนเพื่อค้นหาแนวทางที่ดีที่สุดสำหรับนักเรียน (Pelton, 2010) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดการวัดกรอบคิดติดยึดโดยทั่วไปของ Dweck มาสังเคราะห์ร่วมกับลักษณะของผู้ที่มีกรอบคิดทางบวกด้านการวิจัยดังกล่าวได้เป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดที่มีต่อการวิจัย ความรู้สึกที่มีต่อการวิจัย และพฤติกรรมการวิจัย

ทั้งนี้ เนื่องจากการศึกษากรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการศึกษาในขอบเขตของการวิจัยในชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนของการวิจัยในชั้นเรียนหรือการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) 4 ขั้นตอนที่เรียกว่า วงจร PAOR ประกอบด้วย การวางแผนหลังจากที่วิเคราะห์และกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข (Plan) การปฏิบัติตามแผนที่กำหนด (Act) การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน (Observe) และการสะท้อนผลหลังจากการปฏิบัติงานให้ผู้ที่มีส่วนร่วมได้วิพากษ์วิจารณ์ซึ่งนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขการปฏิบัติงานต่อไป (Reflect) ของ Kemmis (1988 as cited in Wongwanich, 2016) มาพิจารณาประกอบด้วย

เมื่อนำแนวคิดการวัดกรอบคิดติดยึดและแนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยในชั้นเรียนมาไขว้กันจะได้ตัวบ่งชี้ที่มีลักษณะเป็นการวัดแบบพหุมิติในข้อคำถาม (Multidimensional within Item Measurement) ซึ่งเป็นการวัดที่ข้อคำถามหนึ่งข้อสามารถวัดได้หลายมิติ มีหลายคุณลักษณะแฝงในข้อคำถามเดียว (Hartig & Hohler, 2009) จำนวนทั้งหมด 12 ตัวแปร ได้แก่ ความคิดขั้นวางแผน (ThP) ความคิดขั้นลงมือปฏิบัติ (ThA) ความคิดขั้นสังเกตเก็บรวบรวมข้อมูล (ThO) ความคิดขั้นสะท้อนผล (ThR) ความรู้สึกขั้นวางแผน (FeP) ความรู้สึกขั้นลงมือปฏิบัติ (FeA) ความรู้สึกขั้นสังเกตเก็บรวบรวมข้อมูล (FeO) ความรู้สึกขั้นสะท้อนผล (FeR) พฤติกรรมขั้นวางแผน (BeP) พฤติกรรมขั้นลงมือปฏิบัติ (BeA) พฤติกรรมขั้นสังเกตเก็บรวบรวมข้อมูล (BeO) และพฤติกรรมขั้นสะท้อนผล (BeR) โดยกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยที่แสดงถึงโมเดลการวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยได้ดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาแนวทางการวัดและกำหนดองค์ประกอบกรอบคิด ดิถีด้านการวิจัย จากนั้นสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ โดยมีรายละเอียดวิธีดำเนินการ ดังนี้

ประชากร คือ ครูในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ตัวอย่างวิจัย คือ ครูในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยผู้วิจัยกำหนดขนาดตัวอย่างตาม การวิเคราะห์ข้อมูลคือการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโดยใช้วิธีการของ Preacher and Coffman (2006) กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Alpha) เท่ากับ .05 ค่า RMSEA ที่เป็นสมมติฐานศูนย์ (Null RMSEA) เท่ากับ .05 และค่า RMSEA ที่เป็นสมมติฐาน ทางเลือก (Alternative RMSEA) เท่ากับ .08 ค่าอิทธิพลที่ต้องการ (Desired Power) เท่ากับ .80 และค่าองศาอิสระ (Degrees of Freedom) เท่ากับ 78 ซึ่งเป็นจำนวนคู่ความสัมพันธ์ทั้งหมดใน Covariance Matrix คำนวณจากสูตร $p(p + 1)/2$ เมื่อ p คือ จำนวน ตัวแปรสังเกตได้ (MacCallum et al., 1996) ได้ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมเท่ากับ 156 คน ทั้งนี้ เนื่องจากอัตราการตอบกลับของ การเก็บรวบรวมข้อมูลทางไปรษณีย์นั้นจะค่อนข้างต่ำ (Cobanoglu et al., 2001) ดังนั้น เพื่อให้มีข้อมูลเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์ ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดตัวอย่างเท่ากับ 600 คน การได้มาซึ่งตัวอย่างของวิจัยนี้ใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi – Stage Random Sampling) โดยสุ่มจังหวัดจาก 5 ภูมิภาค ภาคละ 2 จังหวัด รวมทั้งสิ้น 10 จังหวัด จากนั้นสุ่มโรงเรียนในแต่ละจังหวัด จังหวัดละ 5 โรงเรียน รวมทั้งสิ้น 50 โรงเรียน และส่งแบบวัดไปโรงเรียนละ 12 ฉบับ รวมตัวอย่างทั้งสิ้น 600 ฉบับ

เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบวัดกรอบคิดดิถีด้านการวิจัยที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยอิงแนวคิดของการวัดแบบ พหุมิติภายในข้อคำถาม (Multidimensional within Item) รายละเอียดขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัยมีดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกรอบคิดดิถี การวัดดิถีทางวิชาการ และกรอบคิดดิถีด้านการวิจัย เพื่อกำหนดแนวทางการสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ผู้วิจัยนำแนวคิดการวัดกรอบคิดดิถีผ่านสิ่งที่บุคคลตอบสนองต่อสถานการณ์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความคิด (Thought) ความรู้สึก (Feeling) และพฤติกรรม (Behavior) ของ Dweck et al. (2014) มาพิจารณาประกอบกับแนวคิดขั้นตอน การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนหรือที่เรียกว่าวงจร PAOR 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นลงมือปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกตเก็บ รวบรวมข้อมูล (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) ได้เป็นตัวบ่งชี้หรือตัวแปรสังเกตได้ 12 ตัวแปร โดยกำหนดนิยามปฏิบัติการ ในการวัดตัวบ่งชี้ในเชิงกรอบคิดทางบวก (Positive Mindset) ซึ่งเป็นความคิด ความรู้สึก และพฤติกรรมเชิงบวกของครูที่มีต่อการวิจัย

ปฏิบัติการในชั้นเรียน ได้แก่ 1) การรับรู้ว่าการวิจัยเป็นกระบวนการพัฒนาวิธีการจัดการเรียนการสอนที่นำไปสู่การพัฒนาผู้เรียน 2) การมีเจตคติที่ดีต่อการวิจัยในชั้นเรียน มีอารมณ์ความรู้สึกที่ดีในการพัฒนาผู้เรียนโดยใช้การวิจัยเป็นฐาน และ 3) การมีความมุ่งมั่นในการทำวิจัยและนำผลการวิจัยมาใช้เป็นฐานในการปฏิบัติงานเพื่อพัฒนาผู้เรียน

3. ร่างแบบวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยของครู โดยข้อคำถามมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ให้ผู้ตอบบอกระดับความเห็นด้วยกับข้อคำถาม โดย 1 คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง และ 5 คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง จัดเป็นชุดข้อคำถาม จำนวน 12 ชุด ประกอบด้วยข้อคำถามด้านความคิดที่มีต่อการวิจัย ความรู้สึกที่มีต่อการวิจัย และพฤติกรรมกรวิจัยอย่างละ 3 ข้อในแต่ละขั้นตอนการวิจัย ได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นลงมือปฏิบัติ ขั้นสังเกตเก็บรวบรวมข้อมูล และขั้นสะท้อนผล รวมทั้งหมด 36 ข้อ แบ่งเป็นข้อคำถามวัดกรอบคิดทางบวกและข้อคำถามวัดกรอบคิดทางลบอย่างละ 18 ข้อ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนตามผลการศึกษาของ Dweck et al. (1995) ที่ระบุว่า ผู้ที่ตอบไม่เห็นด้วยกับข้อความที่แสดงกรอบคิดทางลบจะมีแนวโน้มที่อธิบายเหตุผลซึ่งสามารถจัดอยู่ในกลุ่มกรอบคิดทางบวกได้ ดังนั้น ในข้อคำถามวัดกรอบคิดทางบวก หากผู้ตอบเห็นด้วยมากจะได้คะแนนมาก แสดงว่าผู้ตอบมีกรอบคิดทางบวกในระดับมาก สำหรับข้อคำถามวัดกรอบคิดทางลบ ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในทิศทางตรงกันข้าม ทั้งนี้ ข้อคำถามทุกข้อถูกออกแบบให้เป็นข้อคำถามแบบพหุมิติภายในข้อคำถาม (multidimensional within-item) คือ ใน 1 ข้อคำถามจะสามารถวัดได้ทั้ง 2 มิติ คือ มิติที่นิยามตามแนวคิดการวัดกรอบคิดติดยึด และมิติที่นิยามตามขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

4. ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยนำแบบวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอกทางครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์และมีความเชี่ยวชาญด้านการวิจัยและวัดผลทางการศึกษา จำนวน 4 ท่าน ด้านจิตวิทยาการศึกษา จำนวน 3 ท่าน และด้านภาษา จำนวน 1 ท่าน รวมทั้งหมด 8 ท่าน พิจารณาความถูกต้องชัดเจนของภาษาและความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามปฏิบัติการทั้ง 2 มิติ คือ มิติที่นิยามตามแนวคิดการวัดกรอบคิดติดยึด และมิติที่นิยามตามขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน แล้วนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป

5. นำแบบวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Tryout) กับครูที่มีลักษณะใกล้เคียงแต่ไม่ใช่ตัวอย่างวิจัย จำนวน 55 คน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) โดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient)

6. ปรับปรุงแบบวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยและนำไปเก็บข้อมูลกับตัวอย่างวิจัย จำนวน 502 คนเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยของครูโดยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยฉบับสมบูรณ์ไปเก็บข้อมูลกับตัวอย่างด้วยการส่งทางไปรษณีย์ ซึ่งจากการกำหนดตัวอย่างวิจัย จำนวน 600 คน ผลการเก็บข้อมูลในครั้งแรก (ใช้เวลาประมาณ 1 เดือน) ได้แบบวัดกลับมาประมาณ 200 ฉบับ ผู้วิจัยจึงส่งแบบวัดไปเก็บข้อมูลเพิ่มเติมกับครูในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานแต่เป็นคนละกลุ่มกับตัวอย่างเดิม จำนวน 600 ฉบับ รวมทั้งหมด 1,200 ฉบับ ได้รับแบบวัดกลับคืนมาจำนวน 700 ฉบับคิดเป็นร้อยละ 58.33 คัดเลือกแบบวัดที่ไม่สมบูรณ์ออก เหลือแบบวัดที่นำมาวิเคราะห์ข้อมูล 502 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 41.83 ของแบบวัดที่ส่งไปทั้งหมด โดยข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากตัวอย่างวิจัยจะถูกเก็บเป็นความลับและผู้วิจัยจะนำเสนอผลในภาพรวมเท่านั้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้านความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) กำหนดเกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป

2. ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้านความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน (internal consistency) โดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient)

3. ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยของครูโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน พิจารณาความตรงเชิงโครงสร้างจากค่าสถิติไคสแควร์ (Chi - square) และดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index)

ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างเครื่องมือวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยของครู แบบวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยของครูที่สร้างขึ้น มีลักษณะเป็นเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับแบบพหุมิติภายในข้อคำถาม (5-point multidimensional-within-item rating scale) จำนวน 36 ข้อ จัดเป็นชุดข้อคำถามจำนวน 12 ชุด ประกอบด้วยข้อคำถามด้านความคิดที่มีต่อการวิจัย ความรู้สึกที่มีต่อการวิจัย และพฤติกรรมการวิจัยอย่างละ 3 ข้อในแต่ละขั้นตอนการวิจัย ได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นลงมือปฏิบัติ ขั้นสังเกตเก็บรวบรวมข้อมูล และขั้นสะท้อนผล โดยข้อคำถามแต่ละข้อถูกออกแบบให้สามารถวัดได้ทั้ง 2 มิติ คือ มิติที่นิยามตามแนวคิดการวัดกรอบคิดติดยึด และมิติที่นิยามตามขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ดังตัวอย่างข้อคำถามในตาราง 1

ตาราง 1 ตัวอย่างข้อคำถามแบบวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัย

ข้อ	ข้อคำถาม	มิติการวัด
1	ท่านคิดว่าประเด็นปัญหาวิจัยในชั้นเรียนมีมากมาย และนักเรียนแต่ละคนต้องได้รับการพัฒนาตามความต้องการจำเป็นของตนเอง	ความคิดที่มีต่อการวิจัย + ขั้นวางแผน
2	ท่านรู้สึกว่าเป็นความท้าทายในการเลือกปัญหาวิจัยที่สำคัญและครอบคลุมการพัฒนาให้นักเรียนส่วนใหญ่ที่เหมาะสมที่สุด	ความรู้สึกที่มีต่อการวิจัย + ขั้นวางแผน
3	ท่านพยายามกำหนดประเด็นวิจัยที่แก่นักเรียนแต่ละคนจะมีลักษณะธรรมชาติต่างกัน แต่ทุกคนจะได้ประโยชน์จากการวิจัยของท่าน	พฤติกรรมการวิจัย + ขั้นวางแผน
4*	ท่านคิดว่าข้อผิดพลาดระหว่างการทำวิจัยแม้เล็กน้อยก็สามารถทำให้ผลการวิจัยไม่เป็นไปตามที่คาดหวังได้	ความคิดที่มีต่อการวิจัย + ขั้นลงมือปฏิบัติ
5*	ท่านรู้สึกกังวลหากเกิดข้อผิดพลาดระหว่างการทำวิจัยเพราะน่าจะทำให้การวิจัยของท่านล้มเหลว	ความรู้สึกที่มีต่อการวิจัย + ขั้นลงมือปฏิบัติ
6*	ท่านเลิกทำวิจัยกลางคัน เมื่อพบว่าเกิดข้อผิดพลาดระหว่างทำเพราะไม่มีประโยชน์ที่จะทำต่อไปอีก	พฤติกรรมการวิจัย + ขั้นลงมือปฏิบัติ
7	ท่านคิดว่าความสำเร็จของการพัฒนานักเรียนด้วยวิธีการใหม่ สามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับการเลือกวิธีที่เหมาะสมกับธรรมชาติของสิ่งที่ต้องการวัด	ความคิดที่มีต่อการวิจัย + ขั้นสังเกตเก็บรวบรวมข้อมูล
8	ท่านไม่รู้สึกว่าเป็นเรื่องทุกใจ หากต้องเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการแบบต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทชั้นเรียน	ความรู้สึกที่มีต่อการวิจัย + ขั้นสังเกตเก็บรวบรวมข้อมูล
9	ท่านใช้เทคนิคการเก็บรวบรวมข้อมูลหลากหลายเพื่อให้สามารถวัดผลที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลองถูกต้อง ชัดเจน แม้จะยุ่งยากและใช้เวลา	พฤติกรรมการวิจัย + ขั้นสังเกตเก็บรวบรวมข้อมูล
10	ท่านคิดว่าการสะท้อนคิดจากเพื่อนครูทำให้เกิดการเรียนรู้ในการวิจัยและนำไปสู่การพัฒนานักเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น	ความคิดที่มีต่อการวิจัย + ขั้นสะท้อนผล
11	ท่านรู้สึกว่าการวิจารณ์จากเพื่อนครูเป็นความท้าทายที่ทำให้นักวิจัยต้องคิดต่อเพื่อให้งานวิจัยมีคุณภาพมากขึ้น	ความรู้สึกที่มีต่อการวิจัย + ขั้นสะท้อนผล
12	ท่านใช้เวลาในการพูดคุยปรึกษากับเพื่อนครูเกี่ยวกับการทำวิจัยเพื่อแก้ปัญหาของนักเรียนอยู่เสมอ	พฤติกรรมการวิจัย + ขั้นสะท้อนผล

หมายเหตุ * เป็นข้อคำถามกรอบคิดทางลบ

	Factor loading							R ²
	Thought	Feeling	Behavior	Plan	Act	Observe	Reflect	
ThP	.63			.41				.57
FeP		.64		.17				.44
BeP			.51	.37				.39
ThA	.55				.35			.43
FeA		.77			.31			.70
BeA			.79		.17			.65
ThO	.58					.44		.53
FeO		.63				.60		.76
BeO			.55			.41		.47
ThR	.58						.49	.57
FeR		.51					.65	.68
BeR			.51				.70	.73

ดัชนีความสอดคล้อง χ^2 (38, N=502) = 38.93, p = .13, CFI = .99, TLI = .99, SRMR = .02, RMSEA = .02

หมายเหตุ องค์ประกอบ: Thought = ความคิดที่มีต่อการวิจัย, Feeling = ความรู้สึกที่มีต่อการวิจัย, Behavior = พฤติกรรมการวิจัย, Plan = ขั้นวางแผน, Act = ขั้นลงมือปฏิบัติ, Observe = ขั้นสังเกตเก็บรวบรวมข้อมูล, และ Reflect = ขั้นสะท้อนผล; ตัวบ่งชี้: ThP = ความคิดขั้นวางแผน, ThR = ความคิดขั้นสังเกตเก็บรวบรวมข้อมูล, ThO = ความคิดขั้นสะท้อนผล, ThA = ความคิดขั้นลงมือปฏิบัติ, FeP = ความรู้สึกขั้นวางแผน, FeA = ความรู้สึกขั้นลงมือปฏิบัติ, FeO = ความรู้สึกขั้นสังเกตเก็บรวบรวมข้อมูล, FeR = ความรู้สึกขั้นสะท้อนผล, BeP = พฤติกรรมขั้นวางแผน, BeA = พฤติกรรมขั้นลงมือปฏิบัติ, BeO = พฤติกรรมขั้นสังเกตเก็บรวบรวมข้อมูล, และ BeR = พฤติกรรมขั้นสะท้อนผล

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า กรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยเป็นตัวแปรพหุมิติ มีลักษณะเป็นโมเดลการวัดแบบพหุมิติภายในข้อคำถาม (Multidimensional within Item Model) ทั้งนี้เนื่องจากตัวแปรกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัย (Research Mindset) เป็นตัวแปรใหม่ที่ยังไม่มีการอธิบายองค์ประกอบที่ชัดเจน จากการศึกษาของผู้วิจัยพบเพียงการให้แนวคิดในการอธิบายคุณลักษณะของผู้ที่มีกรอบคิดทางบวกด้านการวิจัย ซึ่งประกอบด้วยหลายคุณลักษณะ เช่น ความกระตือรือร้นในการทำวิจัย ความมั่นใจในตนเองในการทำวิจัย (Taraban & Logue, 2012) และความยึดมั่นผูกพันต่อการวิจัย (McEachern & Horton, 2016) สอดคล้องกับแนวคิดการวัดกรอบคิดติดยึด (mindset) จากสิ่งที่บุคคลแสดงออกมาของ Dweck ที่จำแนกบุคคลที่มีกรอบคิดแบบเติบโตและกรอบคิดแบบยึดติดออกจากกันด้วยความคิด (Thought) ความรู้สึก (Feeling) และพฤติกรรม (Behavior) ที่แสดงออกมาเพื่อตอบสนองต่อเหตุการณ์ต่างๆ (Dweck et al., 1995; Dweck et al., 2011) และแนวคิดการวัดตัวแปรทางจิตที่ใกล้เคียงกันอย่างทัศนคติ (Attitude) ซึ่งถูกมองว่าเป็นตัวแปรที่มีหลายมิติ (Multicomponent) ประกอบด้วย องค์ประกอบด้านความรู้ความคิด (Cognitive Component) ซึ่งเป็นการรับรู้หรือความเชื่อของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ องค์ประกอบด้านอารมณ์ความรู้สึก (Affective Component) ซึ่งเป็นความรู้สึกของเขาคือสิ่งนั้น และองค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) ซึ่งเป็นแนวโน้มการกระทำเพื่อตอบสนองของเขาต่อสิ่งนั้น การจะอธิบายทัศนคติได้อย่างสมบูรณ์จำเป็นต้องทำการวัดการตอบสนองทั้งสามองค์ประกอบไปพร้อมๆ กัน (Fishbein & Ajzen, 1975) และเนื่องจากการวิจัยนี้กำหนดขอบเขตการศึกษาเป็นการวิจัยในชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นลงมือปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกตเก็บรวบรวมข้อมูล (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) หรือที่เรียกว่าวงจร PAOR มาพิจารณาประกอบด้วย ผลวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันแสดงให้เห็นว่า โมเดลการวัดลักษณะนี้ มีความตรงเชิงโครงสร้างดี ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายของตัวบ่งชี้ส่วนใหญ่ค่อนข้างสูง เมื่อพิจารณาคำนำน้าหนักองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบด้านความคิดที่มีต่อการวิจัย ความรู้สึกที่มีต่อการวิจัย และพฤติกรรมการวิจัยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบขององค์ประกอบย่อยในแต่ละองค์ประกอบใกล้เคียงกัน การนำแบบวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยจึงสามารถใช้ค่าเฉลี่ยจากคะแนนดิบที่ได้จากแบบวัดโดยไม่จำเป็นต้องถ่วงน้ำหนัก สำหรับตัวแปรความคิดขั้นลงมือปฏิบัติ (ThA) ซึ่งวัดทั้งความคิดที่มีต่อการวิจัยและขั้นตอนการลงมือปฏิบัติมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในองค์ประกอบด้านความคิดที่มีต่อการวิจัยในระดับต่ำ ในขณะที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในองค์ประกอบขั้นตอนการลงมือปฏิบัติมีระดับปานกลาง อาจเป็นเพราะข้อคำถามที่สร้างขึ้นมีความสามารถในการวัดองค์ประกอบด้านความคิดที่มีต่อการวิจัยไม่ดีพอ การนำข้อคำถามในส่วนนี้ไปใช้จึงต้องเพิ่มความระมัดระวัง ทั้งนี้ การออกแบบแบบวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยเป็นแบบพหุมิติภายในข้อคำถามมีข้อดี คือ ช่วยลดจำนวนข้อคำถามลงโดยยังคงสามารถอธิบายมิติของตัวแปรได้อย่างครอบคลุมทำให้แบบวัดมีความกระชับมากขึ้น (Hartig & Hohler, 2009; Rawanprakhon & Tayraukham, 2017) แต่ก็มีข้อจำกัดในการสร้างข้อคำถามให้สามารถวัดได้ทั้ง 2 มิติไปพร้อมกันอย่างเหมาะสม

นอกจากนี้ ผลการตรวจสอบความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน (internal consistency) โดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) จากการนำแบบวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยไปทดลองใช้และเก็บข้อมูลจริงยังพบว่า แบบวัดมีความเที่ยงรายองค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดที่มีต่อการวิจัย ความรู้สึกที่มีต่อการวิจัย และพฤติกรรมการวิจัยอยู่ในระดับปานกลางค่อนข้างต่ำ อาจเป็นเพราะข้อคำถามในแต่ละองค์ประกอบที่มีความซับซ้อน นอกจากจะวัดในมิติที่นิยามตามแนวคิดการวัดกรอบคิดติดยึดแล้วยังมีการวัดในมิติที่นิยามตามขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนด้วยจึงอาจส่งผลต่อความเป็นเอกมิติ (Unidimensional) ของชุดคำถามได้ ทั้งนี้ Cho and Kim (2015) กล่าวว่า การพิจารณาค่าความเที่ยงขึ้นอยู่กับธรรมชาติและ

ลักษณะของงานวิจัยแต่ละประเภท ซึ่งค่าความเที่ยงที่ระดับ .5 หรือ .6 ถือเป็นค่าความเที่ยงที่ยอมรับได้สำหรับงานวิจัยเชิงสำรวจ และเมื่อพิจารณาค่าความเที่ยงรายองค์ประกอบย่อยลงไปตามขั้นตอนการวิจัยจะพบว่า ข้อคำถามในองค์ประกอบความคิดที่มีต่อการวิจัยในชั้นวางแผนและชั้นลงมือปฏิบัติ และข้อคำถามในองค์ประกอบพฤติกรรมการวิจัยในชั้นวางแผนและชั้นสังเกตเก็บรวบรวมข้อมูลมีค่าความเที่ยงค่อนข้างต่ำ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย เช่น จำนวนข้อคำถามในแต่ละขั้นตอนมีเพียง 3 ข้อ และลักษณะของผู้ตอบแบบวัดซึ่งเป็นตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ส่วนใหญ่มีลักษณะคล้ายกัน ไม่ว่าจะเป็นเพศ ระดับอายุ ระดับการศึกษา สาขาวิชาที่จบการศึกษา หรือวิทยฐานะ ลักษณะการตอบจึงอาจจะใกล้เคียงกันเป็นผลให้ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนร่วมระหว่างข้อคำถามมีน้อย เป็นผลให้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาต่ำได้ (Cho & Kim, 2015) ดังนั้น การนำแบบวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยในส่วนนี้ไปใช้จึงต้องมีการพิจารณาอย่างระมัดระวัง หรืออาจจะต้องพิจารณาเพิ่มข้อคำถามและตรวจสอบความเที่ยงใหม่อีกครั้งกับตัวอย่างวิจัยกลุ่มใหม่ก่อนการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการปฏิบัติ

1.1 ในการนำแบบวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยไปใช้เพื่อวิเคราะห์ระดับกรอบคิดทางบวกด้านการวิจัยของครู สามารถใช้ค่าเฉลี่ยจากคะแนนดิบที่ได้จากแบบวัดโดยไม่จำเป็นต้องถ่วงน้ำหนักเนื่องจากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดที่ได้จากการวิจัยนี้ องค์ประกอบด้านความคิดที่มีต่อการวิจัย ความรู้สึกที่มีต่อการวิจัย และพฤติกรรมการวิจัยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบขององค์ประกอบย่อยในแต่ละองค์ประกอบใกล้เคียงกัน

1.2 ในการนำแบบวัดกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยไปใช้ควรพิจารณาอย่างระมัดระวัง เนื่องจากข้อคำถามมีความซับซ้อนและบางส่วนมีค่าความเที่ยงที่ค่อนข้างต่ำ โดยอาจมีการพิจารณาเพิ่มข้อคำถามและตรวจสอบความเที่ยงใหม่อีกครั้งกับตัวอย่างวิจัยกลุ่มใหม่ก่อนการนำไปใช้เพื่อประโยชน์ในการนำแบบวัดไปใช้ในอนาคต

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยต่อยอดในส่วนของการสร้างเกณฑ์การพิจารณาคะแนนกรอบคิดที่ได้จากแบบวัดกรอบคิดด้านการวิจัยจากการวิจัยนี้สำหรับการแบ่งกลุ่มครูที่มีกรอบคิดทางบวกและครูที่มีกรอบคิดทางลบออกจากกันเพื่อจะเป็นประโยชน์ในการวางแผนการส่งเสริมการทำวิจัยในชั้นเรียนของครูต่อไปในอนาคต

2.2 ควรมีการวิจัยต่อยอดในส่วนของการสัมพันธ์ระหว่างกรอบคิดติดยึดด้านการวิจัยกับความยึดมั่นผูกพันกับการวิจัย ความรู้และทักษะการวิจัย และความมั่นใจในการทำวิจัยของครู ซึ่งผลการวิจัยน่าจะช่วยยืนยันแนวคิดทฤษฎีด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์จากการปฏิบัติจริง ทำให้ได้ข้อค้นพบเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำ/ไม่ทำวิจัยของครูเพื่อขยายขอบเขตความรู้สำหรับการส่งเสริมการทำวิจัยของครูได้มากขึ้น

References

- Cho, E., & Kim, S. (2015). Cronbach's coefficient alpha: well known but poorly understood, *Organizational Research Method*, 18(2), 207-230. DOI: 10.1177/109442811455994
- Cobanoglu, C., Warde, B., & Moreo, P. J. (2001). A comparison of mail, fax and web-based survey methods, *International Journal of Market Research*, 43(4), 405-410. DOI: 10.1177/147078530104300401
- Davis, J., Clayton, C., & Broome, J. (2017). Thinking like researchers: Action research and its impact on novice teachers' thinking. *Educational Action Research*, 26(1), 1-16. DOI: 10.1080/09650792.2017.1284012
- Dweck, C. S., Chiu, C. Y., & Hong, Y. Y. (1995). Implicit theories and their role in judgments and reactions: A word from two perspectives. *Psychological inquiry*, 6(4), 267-285.
- Dweck, C. S., Walton, G. M., & Cohen, G. L. (2011). *Academic tenacity: Mindsets and skills that promote long-term learning*. Gates Foundation. Seattle, WA: Bill & Melinda Gates Foundation.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research*. Addison-Wesley, Boston.
- Freeman, D. (1998). *Doing teacher research: From inquiry to understanding*. New York: Heinle & Heinle Publishers.
- Hartig, J., & Höhler, J. (2009). Multidimensional IRT models for the assessment of competencies. *Studies in Educational Evaluation*, 35(3), 57-63. DOI: 10.1016/j.stueduc.2009.10.002
- Kiatomsri, K. (2011). *An analysis of factors, level, and related variables of research engagement of teachers* (Master thesis). Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- MacCallum, R. C., Browne, M. W., & Sugawara, H. M. (1996). Power analysis and determination of sample size for covariance structure modeling. *Psychological Methods*, 1, 130-149.
- McEachern, K. P., & Horton, J. L. (2016). Developing a research identity: Promoting a research mindset among faculty and students. *The Educational Forum*, 80(4), 444-456. DOI: 10.1080/00131725.2016.1206159
- Pelton, R. P. (2010). *Action research for teacher candidates*. Maryland: Rowman & Littlefield Publishers.
- Prasertsin, U. (2012). *Research and development of teachers' research engagement using empowerment technique* (Doctoral dissertation). Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- Preacher, K. J., & Coffman, D. L. (2006). *Computing power and minimum sample size for RMSEA*. [Computer software]. Retrieved from <http://quantpsy.org>
- Rawanprakhon, P., & Tayraukham, S. (2017). The development of multidimensional essay test. *Journal of Community Development Research (Humanities and Social Sciences)*, 10(4), 13-23. [in Thai]
- Seider, S. N., & Lemma, P. (2004). Perceived effects of action research on teachers' professional efficacy, inquiry mindsets and the support they received while conducting projects to intervene into student learning. *Educational Action Research*, 12(2), 219-238.
- Taraban, R., & Logue, E. (2012). Academic factors that affect undergraduate research experiences. *Journal of educational psychology*, 104(2), 499-514. DOI: 10.1037/a0026851
- Wongwanich, S. (2016). *Classroom action research* (18th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาเครื่องมือประเมินสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ ผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคต

THE DEVELOPMENT OF COMPETENCY ASSESSMENT TOOLS FOR NEW GENERATION SCHOOL ADMINISTRATOR: FUTURE INNOVATOR AND ENTREPRENEUR CREATOR

Received: December 2, 2021

Revised: December 13, 2021

Accepted: December 13, 2021

สุกัญญา แซ่มช้อย^{1*}Sukanya Chaemchoy^{1*}¹หน่วยปฏิบัติการวิจัยการพลิกโฉมระบบการศึกษาเพื่อสร้างนวัตกรรมและวิสาหกิจ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย¹Research Unit on Transforming Education System for Creating Innovators and Entrepreneurs,
Faculty of Education, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: Sukanya.chae@chula.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาองค์ประกอบของนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของนักเรียน 2) ศึกษาองค์ประกอบของผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของผู้บริหาร และ 3) พัฒนาเครื่องมือประเมินสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคต ใช้การวิจัยแบบขั้นตอนเชิงอธิบาย (Explanatory Sequential Design) แบ่งขั้นตอนตามวัตถุประสงค์การวิจัย โดยขั้นตอนที่ 1 ผู้ให้ข้อมูลเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 1,019 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบประเมินสมรรถนะ วิเคราะห์ข้อมูลโดยคำนวณค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ ขั้นตอนที่ 2 ผู้ให้ข้อมูลเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 14 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความถี่ และวิเคราะห์เนื้อหาจับประเด็น และขั้นตอนที่ 3 ผู้ให้ข้อมูลเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบประเมินเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องและเหมาะสม วิเคราะห์ข้อมูลโดยการคำนวณค่าเฉลี่ย การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง ผลการวิจัย พบว่า 1) องค์ประกอบของนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของนักเรียน ประกอบด้วย 9 องค์ประกอบ คือ การตั้งคำถาม การสังเกต การเป็นนักบันทึก การมองเห็นความเชื่อมโยง การแสวงหาทางเลือกที่หลากหลาย เครือข่ายความคิด การทดลอง ความเป็นผู้นำผู้ประกอบการเชิงนวัตกรรม และความรับผิดชอบต่อความยั่งยืน ทางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม 2) องค์ประกอบของผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของผู้บริหาร ประกอบด้วยสมรรถนะ 3 กลุ่ม คือ สมรรถนะนวัตกรรมและผู้ประกอบการ สมรรถนะการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน และสมรรถนะการนำองค์กรแห่งนวัตกรรม และเครื่องมือประเมินสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคต ประกอบด้วย 3 เครื่องมือ คือ แบบประเมินสมรรถนะนวัตกรรมและผู้ประกอบการของผู้บริหารสถานศึกษา สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน และสถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการนำองค์กรแห่งนวัตกรรม

คำสำคัญ: เครื่องมือประเมินสมรรถนะ ผู้บริหารโรงเรียน นวัตกรรม ผู้ประกอบการ สถานการณ์จำลอง

Abstract

The objectives of this research were to 1) study the future innovator and entrepreneur components of students, 2) study the future innovator and entrepreneur creator components of school administrators, and 3) develop assessment tools for innovator and entrepreneur creator competencies for new generation school administrators. An explanatory sequential mixed-methods design was adopted in the following three phases. In the first phase, data were collected with 1,019 secondary school students through survey questionnaires. Fourteen experts were interviewed using semi-structured interviews in the second phase, and five experts were asked using feasibility and suitability evaluation forms in the third phase. Data were analyzed using the arithmetic mean, standard deviation, and exploratory factor analysis in the first phase; frequency and content analysis in the second phase; and arithmetic mean, power of discrimination, and reliability coefficients in the third phase. The results revealed that 1) students' future innovator and entrepreneur components consisted of nine components as follows: questioning, observing, obsessive note-taker, apophenia, pursue multiple streams, idea networking, experimenting, innovative entrepreneurial leadership, and social, environmental, and economic responsibility and sustainability (SEERS); 2) school administrators' future innovator and entrepreneur creator components comprised three competency categories as follows: innovators and entrepreneur, learner development, and leading the innovative organization; and 3) assessment tools for innovator and entrepreneur creator competencies for the new generation school administrators consisted of three tools as follows: an assessment questionnaire for the school administrators' future innovator and entrepreneur creator competencies, a simulation test for the Learner Development competencies, and a simulation test for the innovative organization leading competencies.

Keywords: Competencies Assessment Tools, School Administrators, Innovator, Entrepreneur, Simulation

บทนำ

จากกระแสความเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมของโลกก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงและเร่งอัตราการแข่งขันทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศต่างๆ อย่างที่ไม่เคยมีมาก่อน ในขณะที่ดัชนีนวัตกรรมโลกปี ค.ศ. 2019 (Dutta et al., 2019) ประเทศไทยมีศักยภาพด้านนวัตกรรมเป็นอันดับที่ 43 ของโลก เป็นรองประเทศในภูมิภาคทั้งมาเลเซียและเวียดนาม โดยประเทศไทยมีความพยายามในการรับมือกับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในอนาคต โดยได้ริเริ่มนโยบายประเทศไทย 4.0 ซึ่งเป็นการบ่มเพาะคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ในศตวรรษที่ 21 (National Science and Technology Development Agency, 2016) ด้วยเหตุนี้มาตรฐานการศึกษาของชาติ พ.ศ. 2561 จึงมีข้อกำหนดเกี่ยวกับผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ของการศึกษา (Desired Outcomes of Education: DOE) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้ เป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง เป็นผู้ร่วมสร้างสรรค์นวัตกรรม รวมทั้งมีสมรรถนะการบูรณาการข้ามศาสตร์ และมีคุณลักษณะของความเป็นผู้ประกอบการ (Office of the Education Council, 2019) ดังนั้น การจัดการศึกษาจึงจำเป็นต้องเน้นความสำคัญของการพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะนวัตกรรมและความเป็นผู้ประกอบการเพื่อยกระดับคุณภาพทรัพยากรมนุษย์ในประเทศและเป็นการเตรียมกำลังคนให้พร้อมสำหรับความเปลี่ยนแปลงของโลกอนาคต รวมทั้งเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของชาติ

ภารกิจในการพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะนวัตกรรมและผู้ประกอบการนั้น จึงกลายมาเป็นภารกิจสำคัญในอนาคตของสถานศึกษา โดยบุคคลที่จะขับเคลื่อนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนี้ขึ้นได้ก็คือ ผู้บริหารสถานศึกษา ซึ่งเป็นผู้ที่มีบทบาทและความรับผิดชอบโดยตรงต่อผลลัพธ์ทางการศึกษาของโรงเรียน โดยในมุมมองเชิงการบริหารในระดับมหภาค การมีเครื่องมือที่สามารถประเมินสมรรถนะของผู้บริหารสถานศึกษาในการเป็นผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตนั้น จะเกิดประโยชน์อย่างมากในเชิง

การบริหารจัดการ ผู้กำหนดนโยบายสามารถใช้เป็นกรอบในการสรรหาและคัดเลือกผู้บริหารที่เตรียมเข้าสู่ตำแหน่ง สามารถใช้เป็นเครื่องมือประเมินประกอบในหลักสูตรการพัฒนาผู้บริหาร รวมถึงใช้เพื่อประเมินเลื่อนขั้นความก้าวหน้าในอาชีพของผู้บริหารสถานศึกษาที่มีตำแหน่งในปัจจุบัน

ดังนั้น การพัฒนาเครื่องมือประเมินสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาศึกษาองค์ประกอบของนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของนักเรียน เพื่อให้ได้กรอบในการศึกษาองค์ประกอบของผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของผู้บริหาร แล้วจึงใช้องค์ประกอบที่ได้สำหรับการพัฒนาเครื่องมือประเมินสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคต ทั้งนี้ เครื่องมือประเมินสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคต จะเป็นคุณลักษณะสำคัญในการระบุระดับความสามารถของผู้บริหารสถานศึกษาในการสร้างให้นักเรียนมีความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการ ซึ่งจะเกิดประโยชน์สูงสุดต่อตัวผู้เรียนในการได้รับการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพ สามารถเตรียมความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของผู้เรียน ซึ่งจะเป็นปัจจัยสำคัญในการยกระดับการแข่งขันด้านนวัตกรรมของประเทศไทย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบของนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของนักเรียน
2. เพื่อศึกษาองค์ประกอบของผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของผู้บริหาร
3. เพื่อพัฒนาเครื่องมือประเมินสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคต

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ใช้ระเบียบการวิจัยแบบขั้นตอนเชิงอธิบาย (Explanatory Sequential Design) แบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอนตามวัตถุประสงค์ คือ ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบของนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของนักเรียน ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาองค์ประกอบของผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของผู้บริหาร และ ขั้นตอนที่ 3 พัฒนาเครื่องมือประเมินสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคต

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบของนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของนักเรียน ประชากรคือ นักเรียนสถานศึกษาชั้นพื้นฐานที่กำลังศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 6 ใช้การสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,019 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบประเมินสมรรถนะนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของนักเรียน แบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ เพศ ระดับชั้น และสังกัดสถานศึกษา และตอนที่ 2 แบบประเมินสมรรถนะนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของนักเรียน เป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) แบบประเมินมีค่าความตรงเชิงเนื้อหา 0.50 - 1.00 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการคำนวณค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาองค์ประกอบของผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของผู้บริหาร ผู้ให้ข้อมูล คือ ผู้ทรงคุณวุฒิใช้ในการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 14 คน ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการบริหารการศึกษา จำนวน 3 คน ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านสมรรถนะนวัตกรรมและผู้ประกอบการ จำนวน 5 คน และผู้บริหารสถานศึกษาจำนวน 6 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาองค์ประกอบของผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของผู้บริหาร แบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน ประกอบด้วย ชื่อ คุณวุฒิทางการศึกษา ตำแหน่งในปัจจุบัน และประสบการณ์ทำงาน และตอนที่ 2 ประเด็นการสัมภาษณ์ที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะนวัตกรรมและผู้ประกอบการของผู้บริหาร และความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติม แบบสัมภาษณ์มีค่าความตรงเชิงเนื้อหา 1.00 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการติดต่อผู้ทรงคุณวุฒิโดยตรงเพื่อขอเข้าสัมภาษณ์ด้วยตนเอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความถี่ และการวิเคราะห์เนื้อหาจับประเด็น

ขั้นตอนที่ 3 พัฒนาเครื่องมือประเมินสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคต มีผู้ให้ข้อมูล 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ผู้ทรงคุณวุฒิ ใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิทางการบริหารการศึกษา จำนวน 1 คน ผู้ทรงคุณวุฒิทางการพัฒนาสมรรถนะผู้บริหาร จำนวน 1 คน ผู้ทรงคุณวุฒิทางการพัฒนาสมรรถนะนวัตกรรมและผู้ประกอบการ จำนวน 1 คน และผู้ทรงคุณวุฒิทางการพัฒนาเครื่องมือประเมิน จำนวน 2 คน และกลุ่มที่ 2 ผู้บริหารสถานศึกษา ใช้การสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ได้ผู้บริหารจำนวน 853 คน จำแนกตามสังกัด ได้แก่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา จำนวน 216 คน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา จำนวน 102 คน สังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น จำนวน 11 คน และสังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 354 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบประเมินเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องและเหมาะสมของ (ร่าง) เครื่องมือประเมินสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคต แบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน ประกอบด้วย ชื่อ และ ความเชี่ยวชาญของผู้ทรงคุณวุฒิ และตอนที่ 2 แบบประเมินเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องและเหมาะสมของเครื่องมือประเมินสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคต มีลักษณะเป็นประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาองค์ประกอบของนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจด้วยวิธีสกัดองค์ประกอบแบบการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA) และวิธีหมุนแกนแบบมุมแหลม (Oblique Rotation) ด้วยวิธีโปรแมกซ์ (Promax) พบว่า ได้ 9 องค์ประกอบ แสดงค่าไอเกน ค่าร้อยละของความแปรปรวน และผลบวกสะสมร้อยละของความแปรปรวนดังตาราง 1

ตาราง 1 ค่าไอเกน ค่าร้อยละของความแปรปรวน และผลบวกสะสมร้อยละของความแปรปรวน

องค์ประกอบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9
จำนวนตัวชี้วัด	3	5	6	4	5	3	3	14	6
Eigen Values	1.412	1.727	5.807	2.044	2.531	1.182	1.260	34.242	1.526
% of Variance	1.535	1.877	6.312	2.222	2.751	1.285	1.369	37.220	1.659
Cumulative % of Variance	53.575	50.381	43.531	48.504	46.282	56.229	54.944	37.220	52.040

จากตาราง 1 องค์ประกอบที่ 1 การตั้งคำถาม (Questioning) มีค่าไอเกนเท่ากับ 1.412 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 1.535 ประกอบด้วย 3 ตัวชี้วัด องค์ประกอบที่ 2 การมองเห็นความเชื่อมโยง (Apophenia) มีค่าไอเกนเท่ากับ 1.727 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 1.877 ประกอบด้วย 5 ตัวชี้วัด องค์ประกอบที่ 3 การแสวงหาทางเลือกที่หลากหลาย (Pursue multiple streams) มีค่าไอเกนเท่ากับ 5.807 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 6.312 ประกอบด้วย 6 ตัวชี้วัด องค์ประกอบที่ 4 การสังเกต (Observing) มีค่าไอเกนเท่ากับ 2.044 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 2.222 ประกอบด้วย 4 ตัวชี้วัด องค์ประกอบที่ 5 การบันทึก (Obsessive note-taking) มีค่าไอเกนเท่ากับ 2.531 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 2.751 ประกอบด้วย 5 ตัวชี้วัด องค์ประกอบที่ 6 การทดลอง (Experimenting) มีค่าไอเกนเท่ากับ 1.182 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 1.285 ประกอบด้วย 3 ตัวชี้วัด องค์ประกอบที่ 7 เครือข่ายความคิด (Idea Networking) มีค่าไอเกนเท่ากับ 1.260 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 1.369 ประกอบด้วย 3 ตัวชี้วัด องค์ประกอบที่ 8 ความเป็นผู้นำผู้ประกอบการเชิงนวัตกรรม (Innovative entrepreneurial leadership) มีค่าไอเกนเท่ากับ 34.242 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 37.220

ประกอบด้วย 14 ตัวชี้วัด และองค์ประกอบที่ 9 ความรับผิดชอบต่อใหม่และความยั่งยืนทางสังคม สิ่งแวดล้อม และ เศรษฐกิจ (Social, Environmental, and Economic Responsibility and Sustainability: SEERS) มีค่าไอเกนเท่ากับ 1.526 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 1.659 ประกอบด้วย 6 ตัวชี้วัด

2. ผลการศึกษาขององค์ประกอบของผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของผู้บริหาร

จากผลการวิจัยขั้นตอนที่ 1 เมื่อได้องค์ประกอบของนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน ผู้วิจัยจึงนำองค์ประกอบที่ได้ข้างต้นไปสร้างเป็นแบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาองค์ประกอบของผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของผู้บริหาร โดยสามารถสรุปผลการศึกษาองค์ประกอบของผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของผู้บริหารจากการสัมภาษณ์ได้เป็นสมรรถนะ 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 สมรรถนะนวัตกรรมและผู้ประกอบการ จากข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 คน จาก 14 คน คิดเป็นร้อยละ 50 มีความคิดเห็นตรงกันว่า “ผู้บริหารสถานศึกษาที่จะเป็นผู้สร้างผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตควรต้องมีสมรรถนะตามที่ต้องการจะพัฒนานักเรียนก่อนจึงจะประสบความสำเร็จในการพัฒนานักเรียน” ดังนั้น สมรรถนะกลุ่มที่ 1 ของผู้บริหารจึงประกอบด้วย 9 สมรรถนะ โดยผู้วิจัยนำผลการสัมภาษณ์มาสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการให้สอดคล้องกับบริบทของผู้บริหารสถานศึกษา ประกอบด้วย 1) การตั้งคำถาม หมายถึง ความสามารถในการคิดแตกต่างจากผู้อื่น ตั้งคำถามที่มากกว่าผู้อื่น โดยเชื่อมโยงแนวคิดและความรู้ที่แตกต่างกันได้ 2) การสังเกต หมายถึง ความสามารถในการสังเกตพฤติกรรมของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์และบริการต่างๆ ในชีวิตประจำวันอย่างละเอียด และต่อยอดเพื่อใช้ในการพัฒนานักเรียน พร้อมทั้งมองหาโอกาสในการพัฒนาและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ 3) การเป็นนักบันทึก หมายถึง ความสามารถในการบันทึกสิ่งต่างๆ ได้อย่างแม่นยำ ละเอียด และตรงกับความเป็นจริง พร้อมกับการสามารถนำสิ่งที่บันทึกนั้นไปต่อยอดเป็นแนวปฏิบัติที่สามารถใช้ได้จริง 4) การมองเห็นความเชื่อมโยง หมายถึง ความสามารถในการคิดแตกต่างจากผู้อื่น และแก้ไขปัญหาที่ท้าทายอย่างสร้างสรรค์ โดยเชื่อมโยงความคิด ความรู้ และประสบการณ์ที่หลากหลาย สามารถสังเกตและตั้งคำถามเพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ โดยมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้แนวโน้มใหม่ๆ อยู่เสมอเพื่อนำมาสร้างเป็นเครือข่ายการพัฒนานักเรียน 5) การแสวงหาทางเลือกที่หลากหลาย หมายถึง ความสามารถในการค้นหาทางเลือกหรือผลลัพธ์ที่หลากหลายจากการสร้างนวัตกรรมจากช่องทางที่หลากหลาย มองหาโอกาสในการทดลองใช้นวัตกรรมในบริบทที่แตกต่าง มุ่งเอาชนะอุปสรรคเพื่อทำให้นวัตกรรมประสบผลสำเร็จ สามารถพัฒนาหลักสูตรที่ส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน 6) เครือข่ายความคิด หมายถึง ความสามารถในการสร้างความร่วมมือหรือปฏิสัมพันธ์กับคนกลุ่มต่างๆ ที่มีบริบทหลากหลาย เพื่อออกแบบและทดลองใช้นวัตกรรม สามารถส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนานวัตกรรมและนำนวัตกรรมไปใช้ในบริบทรอบครัว ชุมชน และสังคม 7) การทดลอง หมายถึง ความสามารถในการทดสอบหรือทดลองเพื่อค้นหาทางออกของปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคในการสร้างนวัตกรรม วิเคราะห์กระบวนการออกแบบเพื่อเข้าใจสิ่งรอบตัว และค้นหาประสบการณ์ใหม่เพื่อและทำนายความเป็นไปได้ในอนาคต 8) ความเป็นผู้นำผู้ประกอบการเชิงนวัตกรรม หมายถึง ความสามารถในการยอมรับและเชื่อมั่นในทักษะและความสามารถของตนเอง สามารถเอาชนะความกลัวและความท้าทาย กล้าเผชิญและลองทำสิ่งใหม่ๆ สามารถประเมินประสบการณ์ของตนเองเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้และพัฒนา สามารถให้กำลังใจตนเอง แสวงหาวิธีการฝ่าฟันอุปสรรคแม้ว่าคนอื่นมองว่าเป็นเรื่องยาก พร้อมทั้งจะลงมือทำสิ่งต่างๆ อยู่เสมอ มั่นใจในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ยอมรับความแตกต่างและรับฟังผู้อื่นอย่างมีเหตุผล และสามารถแสวงหาความสุขได้อย่างง่ายดาย และ 9) ความรับผิดชอบต่อความยั่งยืน ทางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม หมายถึง สามารถมองภาพกว้างในการพัฒนานวัตกรรมที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมให้นักเรียนประกอบกิจการที่คำนึงถึงผลกระทบต่อสังคม สิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจ มากกว่าการแสวงหาผลกำไรสูงสุด

กลุ่มที่ 2 สมรรถนะการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน จากข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ สามารถนำมาสรุปและสังเคราะห์ได้กลุ่มสมรรถนะที่ 2 ประกอบด้วย 8 สมรรถนะ ได้แก่ 1) การกำหนดเป้าหมายการพัฒนานักเรียน หมายถึง สามารถกำหนดวิสัยทัศน์ของสถานศึกษาที่มีเป้าหมายเพื่อพัฒนานักเรียนให้เกิดสมรรถนะ นวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคต 2) การพัฒนาหลักสูตรที่ส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน หมายถึง สามารถปรับปรุงหลักสูตร ประกอบด้วย

กำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จัดเนื้อหาวิชา การเรียนการสอน และวิธีการวัดประเมินผลให้สอดคล้องกับการพัฒนานักเรียนให้เกิดสมรรถนะวัดการและผู้ประกอบการในอนาคต 3) การค้นหาคำศักยภาพความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน หมายถึง สามารถวิเคราะห์ความสามารถของนักเรียน ทั้งที่เป็นจุดแข็งเพื่อส่งเสริม และจุดอ่อนเพื่อพัฒนานักเรียนให้เกิดสมรรถนะวัดการและผู้ประกอบการในอนาคต 4) การสนับสนุนให้เกิดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน หมายถึง สามารถส่งเสริม สนับสนุนให้เกิดพื้นที่ปฏิบัติการภายในโรงเรียนที่สามารถพัฒนานักเรียนให้เกิดสมรรถนะวัดการและผู้ประกอบการในอนาคต 5) การสนับสนุนให้เกิดการต่อยอดความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน หมายถึง สามารถส่งเสริม และสนับสนุนให้นักเรียนนำความรู้ รวมถึงนวัตกรรมที่เป็นผลผลิตจากบทเรียนไปใช้ในครอบครัวและสังคม 6) การส่งเสริมให้นักเรียนเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม หมายถึง สามารถรณรงค์และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความตระหนัก สามารถคิดวิเคราะห์ผลกระทบของนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมในอนาคตให้เกิดความยั่งยืน 7) การแสวงหาเครือข่ายร่วมพัฒนาความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน หมายถึง สามารถโน้มน้าว สร้างความร่วมมือภาคส่วนธุรกิจ และสังคมให้มีส่วนร่วมในการพัฒนานักเรียนให้เกิดสมรรถนะวัดการและผู้ประกอบการในอนาคต และ 8) การประเมินความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน หมายถึง สามารถกำหนดเป้าหมายของการประเมิน วิธีดำเนินการประเมิน วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิธีการรายงานผลสมรรถนะวัดการและผู้ประกอบการในอนาคตของนักเรียน

กลุ่มที่ 3 สมรรถนะการนำองค์กรแห่งนวัตกรรม จากข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ สามารถสรุปและสังเคราะห์ได้กลุ่มสมรรถนะที่ 3 ประกอบด้วย 7 สมรรถนะ ได้แก่ 1) การมองภาพกว้างเพื่อกำหนดวิสัยทัศน์ที่ปฏิบัติได้ หมายถึง สามารถมองภาพรวมของสถานการณ์ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน เพื่อกำหนดเป็นวิสัยทัศน์ของโรงเรียนที่สามารถปฏิบัติได้จริง รวมทั้งสามารถถ่ายทอดวิสัยทัศน์สู่ครูและนักเรียนได้ 2) การบริหารองค์กรที่มุ่งความเป็นเลิศ หมายถึง สามารถกำหนดเป้าหมายการพัฒนาองค์กรได้อย่างเป็นขั้นบันได และสามารถระบุแนวทางการบรรลุเป้าหมายนั้นได้อย่างเป็นรูปธรรม 3) การก้าวทันอนาคตและปรับตัวเชิงสร้างสรรค์ หมายถึง สามารถกระตุ้นให้ครูและนักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการก้าวทันการเปลี่ยนแปลงในอนาคต และส่งเสริมให้ครูและนักเรียนปรับตัวให้ทันการเปลี่ยนแปลงของสังคมอย่างสร้างสรรค์ 4) การเป็นต้นแบบของนวัตกรรมและผู้ประกอบการของครูและนักเรียน หมายถึง สามารถนำความคิดและอุดมการณ์ของครูและนักเรียนให้เห็นความสำคัญของการพัฒนาสมรรถนะวัดการและผู้ประกอบการ และสามารถแสดงตัวอย่างความสำเร็จในการเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการแก่ครูและนักเรียนได้อย่างเป็นรูปธรรม 5) การฟื้นคืนพลัง หมายถึง สามารถอดทนต่อความล้มเหลวและแสวงหาทางเลือกใหม่เพื่อบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ 6) การแสวงหาและสร้างเครือข่ายการพัฒนาครูนวัตกรรมและผู้ประกอบการ หมายถึง สามารถวางระบบการสรรหา บรรจุแต่งตั้ง และพัฒนาครู รวมทั้งสามารถสร้างการมีส่วนร่วมของภาคส่วนที่มีบทบาทในการพัฒนาครูให้มีส่วนร่วมในการส่งเสริมและพัฒนาครูให้มีสมรรถนะวัดการและผู้ประกอบการ และ 7) การสร้างเครือข่ายระบบนิเวศนวัตกรรมทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน หมายถึง สามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมโอกาสของนักเรียนให้ได้รับการพัฒนาสมรรถนะวัดการและผู้ประกอบการจากพี่เลี้ยงที่มีประสบการณ์ การมีหลักสูตรเฉพาะ การมีพื้นที่ทดลองทางความคิด การมีหน่วยงานสนับสนุน และการมีทุนสนับสนุน

3. ผลการพัฒนาเครื่องมือประเมินสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคต

จากผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 การศึกษาองค์ประกอบของผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของผู้บริหารพบว่าประกอบด้วยสมรรถนะ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 สมรรถนะนวัตกรรมและผู้ประกอบการ กลุ่มที่ 2 สมรรถนะการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน และกลุ่มที่ 3 สมรรถนะการนำองค์กรแห่งนวัตกรรม ผู้วิจัยจึงพัฒนาเครื่องมือประเมินสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคต ประกอบด้วย 3 เครื่องมือ จำแนกตามสมรรถนะ 3 กลุ่ม ของผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของผู้บริหาร มีรายละเอียด ดังนี้

3.1 แบบประเมินสมรรถนะนวัตกรรมและผู้ประกอบการของผู้บริหารสถานศึกษา มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยเป็นข้อคำถามเชิงพฤติกรรมจำนวน 92 ข้อ ประกอบด้วย 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ทักษะนวัตกรรม ตอนที่ 2 สมรรถนะผู้ประกอบการนวัตกรรม ตอนที่ 3 สมรรถนะผู้นำเชิงผู้ประกอบการ ซึ่งแบบประเมินฉบับนี้สร้างขึ้นตามโครงสร้างและนิยาม

ศัพท์ขององค์ประกอบของนวัตกรรมและผู้ประกอบการที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม จากนั้นผู้วิจัยตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินด้วยการเก็บข้อมูลกับผู้บริหารสถานศึกษาจำนวน 853 คน จากนั้นนำมาวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบประเมินรายข้อ แสดงผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 2 และวิเคราะห์ค่าความเที่ยง (α) ของแบบประเมินทั้งฉบับ

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบประเมินสมรรถนะนวัตกรรมและผู้ประกอบการของผู้บริหารสถานศึกษา

ข้อคำถาม	จำนวนข้อ คำถาม	ค่าอำนาจ จำแนกรายข้อ
ตอนที่ 1 ทักษะนวัตกรรม		
1.1) ความเชื่อมโยง (Associating)	5 ข้อ	0.351 - 0.663
1.2) การตั้งคำถาม (Questioning)	5 ข้อ	0.529 - 0.654
1.3) การสังเกต (Observing)	5 ข้อ	0.697 - 0.723
1.4) การทดลอง (Experimenting)	5 ข้อ	0.694 - 0.741
1.5) เครือข่ายความคิด (Idea Networking)	5 ข้อ	0.523 - 0.679
ตอนที่ 2 สมรรถนะผู้ประกอบการนวัตกรรม		
2.1) การมองเห็นความเชื่อมโยง (Apophenia)	5 ข้อ	0.653 - 0.690
2.2) การทำงานอย่างชาญฉลาด (Innovative)	5 ข้อ	0.663 - 0.744
2.3) การเป็นนักบันทึก (Obsessive note-takers)	5 ข้อ	0.582 - 0.676
2.4) การตั้งเป้าหมายที่สูงและเป็นไปได้ (Preach perfection, practice progress)	5 ข้อ	0.618 - 0.738
2.5) การเปลี่ยนความกลัวเป็นความท้าทาย (Allied with fear)	5 ข้อ	0.670 - 0.760
2.6) การพัฒนางานให้ดีกว่าเดิม (Don't wait for things to break)	5 ข้อ	0.695 - 0.779
2.7) การทำงานตามกระบวนการสร้างสรรค์ (Understand the creative process)	5 ข้อ	0.717 - 0.791
2.8) การแสวงหาทางเลือกที่หลากหลาย (Pursue multiple streams)	5 ข้อ	0.678 - 0.777
2.9) ความเชื่อมั่นในตนเอง (Possess a healthy arrogance)	5 ข้อ	0.704 - 0.737
2.10) ความสามารถในการคิดแตกต่าง (Embrace paradoxical thinking)	5 ข้อ	0.755 - 0.776
ตอนที่ 3 สมรรถนะผู้นำเชิงผู้ประกอบการ		
3.1) การคิดตัดสินใจด้วยตรรกะแบบทวิพหุปัญญา (Cognitive Ambidexterity)	5 ข้อ	0.718 - 0.779
3.2) ความรับผิดชอบต่อความยั่งยืน ทางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม (Social, Environmental, and Economic Responsibility and Sustainability; SEERS)	6 ข้อ	0.753 - 0.811
3.3) การปฏิบัติกรที่มีความตระหนักรู้ในตนเองและสังคม (Self- and Social Awareness; SSA)	6 ข้อ	0.742 - 0.810

จากตาราง 2 สามารถสรุปได้ว่า แบบประเมินสมรรถนะนวัตกรรมและผู้ประกอบการของผู้บริหารสถานศึกษา ตอนที่ 1 ทักษะนวัตกรรม มีข้อคำถามจำนวนทั้งสิ้น 25 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ระหว่าง 0.351 - 0.741 โดยถือว่าสามารถใช้ข้อคำถามจำนวนทั้ง 25 ข้อได้ ทั้งนี้ มีข้อคำถามนั้นสามารถแยกคนกลุ่มคะแนนสูงและคะแนนต่ำออกจากกันได้ดีมาก จำนวน 24 ข้อ และมีข้อคำถามนั้นสามารถแยกคนกลุ่มคะแนนสูงและคะแนนต่ำออกจากกันได้ดี จำนวน 1 ข้อ ตอนที่ 2 สมรรถนะผู้ประกอบการนวัตกรรม มีข้อคำถามจำนวนทั้งสิ้น 50 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ระหว่าง 0.581 - 0.791 โดยถือว่าสามารถใช้ข้อคำถามจำนวนทั้ง 50 ข้อได้ ทั้งนี้ ข้อคำถามจำนวนทั้ง 50 ข้อ สามารถแยกคนกลุ่มคะแนนสูงและคะแนนต่ำออกจากกันได้ดีมาก และตอนที่ 3 สมรรถนะผู้นำเชิงผู้ประกอบการ มีข้อคำถามจำนวนทั้งสิ้น 17 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ระหว่าง 0.718 - 0.811 โดยถือว่าสามารถใช้ข้อคำถามจำนวนทั้ง 17 ข้อได้ ทั้งนี้ ข้อคำถามจำนวนทั้ง 17 ข้อ สามารถแยกคนกลุ่มคะแนนสูงและคะแนนต่ำออกจากกันได้ดีมาก และเมื่อวิเคราะห์ค่าความเที่ยง (α) ของแบบประเมินทั้งฉบับ พบว่า แบบประเมินสมรรถนะนวัตกรรมและผู้ประกอบการของผู้บริหาร

สถานศึกษา มีข้อคำถามจำนวนทั้งสิ้น 92 ข้อ มีค่าความเที่ยง (α) เท่ากับ 0.988 แสดงว่าสามารถนำแบบประเมินฉบับนี้ไปใช้ในกลุ่มตัวอย่างจริงได้

3.2 สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน มีลักษณะเป็นชุดทดสอบเชิงพฤติกรรมตามแนวคิดสถานการณ์จำลอง (Simulation) โดยผู้ที่รับการประเมินจะสวมบทบาทเป็นผู้บริหารสถานศึกษา ซึ่งจะต้องโต้ตอบกับสถานการณ์จำลอง มีองค์ประกอบของเครื่องมือ ประกอบด้วย คำจำกัดความของสมรรถนะ สถานการณ์ ตัวละคร บทสนทนา ทางเลือก เกณฑ์การให้คะแนน และคะแนนของทางเลือก ประกอบด้วย 8 สถานการณ์ย่อย ได้แก่ 1) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการกำหนดเป้าหมายการพัฒนาผู้เรียน 2) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการพัฒนาหลักสูตรที่ส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน 3) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการค้นหาคำตอบจากความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน 4) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการสนับสนุนให้เกิดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน 5) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการสนับสนุนให้เกิดการต่อยอดความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน 6) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการส่งเสริมให้นักเรียนเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม 7) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการแสวงหาเครือข่ายร่วมพัฒนาความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน และ 8) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการประเมินความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน ผลการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของร่างสถานการณ์จำลองและเกณฑ์การประเมินเพื่อประเมินสมรรถนะการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยระดับมากถึงมากที่สุด ($\bar{X} = 4.00 - 4.60$) สรุปได้ดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของร่างสถานการณ์จำลองและเกณฑ์การประเมินเพื่อประเมินสมรรถนะการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน

สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน	ค่าเฉลี่ยผลการประเมิน	
	ความสอดคล้อง	ความเหมาะสม
1) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการกำหนดเป้าหมายการพัฒนาผู้เรียน	4.20	4.40
2) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการพัฒนาหลักสูตรที่ส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน	4.00	4.20
3) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการค้นหาคำตอบจากความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน	4.40	4.40
4) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการสนับสนุนให้เกิดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน	4.60	4.60
5) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการสนับสนุนให้เกิดการต่อยอดความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน	4.60	4.60
6) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการส่งเสริมให้นักเรียนเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม	4.40	4.40
7) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการแสวงหาเครือข่ายร่วมพัฒนาความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน	4.60	4.60
8) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการประเมินความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน	4.40	4.40

3.3 สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการนำองค์กรแห่งนวัตกรรม มีลักษณะเป็นแบบประเมินเชิงพฤติกรรมตามแนวคิดสถานการณ์จำลอง (Simulation) โดยผู้ที่รับการประเมินจะสวมบทบาทเป็นผู้บริหารสถานศึกษาซึ่งจะต้องโต้ตอบกับสถานการณ์จำลอง มีองค์ประกอบของเครื่องมือ ประกอบด้วย คำจำกัดความของสมรรถนะ สถานการณ์ ตัวละคร บทสนทนา ทางเลือก เกณฑ์การให้คะแนน และคะแนนของทางเลือก ประกอบด้วย 7 สถานการณ์ย่อย ได้แก่ 1) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะ

การมองภาพกว้างเพื่อกำหนดวิสัยทัศน์ที่ปฏิบัติได้ 2) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการบริหารองค์กรที่มุ่งความเป็นเลิศ 3) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการก้าวทันอนาคตและปรับตัวเชิงสร้างสรรค์ 4) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการเป็นต้นแบบของนวัตกรรมและผู้ประกอบการของครูและนักเรียน 5) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการฟื้นคืนพลัง 6) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการแสวงหาและสร้างเครือข่ายการพัฒนาครูนวัตกรรมและผู้ประกอบการ และ 7) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการสร้างเครือข่ายระบบนิเวศนวัตกรรมทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน ผลการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของร่างสถานการณ์จำลองและเกณฑ์การประเมินเพื่อประเมินสมรรถนะการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยระดับมาก ($\bar{X} = 4.20 - 4.40$) สรุปได้ดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของร่างสถานการณ์จำลองและเกณฑ์การประเมินเพื่อประเมินสมรรถนะการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน

สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน	ค่าเฉลี่ยผลการประเมิน	
	ความสอดคล้อง	ความเหมาะสม
1) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการมองภาพกว้างเพื่อกำหนดวิสัยทัศน์ที่ปฏิบัติได้	4.40	4.40
2) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการบริหารองค์กรที่มุ่งความเป็นเลิศ	4.20	4.20
3) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการก้าวทันอนาคตและปรับตัวเชิงสร้างสรรค์	4.40	4.20
4) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการเป็นต้นแบบของนวัตกรรมและผู้ประกอบการของครูและนักเรียน	4.40	4.40
5) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการฟื้นคืนพลัง	4.20	4.20
6) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการแสวงหาและสร้างเครือข่ายการพัฒนาครูนวัตกรรมและผู้ประกอบการ	4.40	4.40
7) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการสร้างเครือข่ายระบบนิเวศนวัตกรรมทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน	4.40	4.40

ทั้งนี้ จากผลการพัฒนาเครื่องมือประเมินสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตทั้ง 3 เครื่องมือ สามารถสรุปเกณฑ์การให้คะแนน และคำอธิบายระดับของคะแนนของสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตได้ แสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 เกณฑ์การให้คะแนน และคำอธิบายระดับของคะแนนของสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคต

เกณฑ์การให้คะแนน	คำอธิบายระดับของคะแนนจำแนกตามเครื่องมือประเมิน		
	แบบประเมินสมรรถนะ นวัตกรรมและผู้ประกอบการ ของผู้บริหารสถานศึกษา	สถานการณ์จำลอง เพื่อประเมินสมรรถนะ การส่งเสริมและสนับสนุน การเรียนรู้ของผู้เรียน	สถานการณ์จำลอง เพื่อประเมินสมรรถนะ การนำองค์กรแห่งนวัตกรรม
คะแนนมากกว่า ร้อยละ 80 หมายถึง มีประสิทธิภาพสูง (Highly Effective)	ผู้บริหารสถานศึกษามีความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการอยู่ในระดับสูงกว่ามาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญ มีคุณลักษณะและความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือคุณค่าใหม่ให้แก่สถานศึกษาได้อย่างเป็นรูปธรรม	ผู้บริหารสถานศึกษาสามารถแสดงออกเชิงพฤติกรรมได้อย่างชัดเจนถึงการประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มุ่งพัฒนาให้นักเรียนมีความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการ	ผู้บริหารสถานศึกษาสามารถแสดงออกเชิงพฤติกรรมได้อย่างชัดเจนถึงการนำความคิด ความเชื่อ และการเป็นต้นแบบให้แก่ครูและนักเรียนในการเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการ

เกณฑ์การให้คะแนน	คำอธิบายระดับของคะแนนจำแนกตามเครื่องมือประเมิน		
	แบบประเมินสมรรถนะ นวัตกรรมและผู้ประกอบการ ของผู้บริหารสถานศึกษา	สถานการณ์จำลอง เพื่อประเมินสมรรถนะ การส่งเสริมและสนับสนุน การเรียนรู้ของผู้เรียน	สถานการณ์จำลอง เพื่อประเมินสมรรถนะ การนำองค์กรแห่งนวัตกรรม
คะแนน ร้อยละ 65-80 หมายถึง มีประสิทธิภาพ (Effective)	ผู้บริหารสถานศึกษามีความเป็น นวัตกรรมและผู้ประกอบการอยู่ในระดับ มาตรฐาน มีคุณลักษณะและความสามารถ ในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือคุณค่าใหม่	ผู้บริหารสถานศึกษามีความเข้าใจเรื่อง การส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ ของผู้เรียนและการพัฒนาให้นักเรียนมี ความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการ แต่ยังขาดความมั่นใจในการแสดงออก เชิงพฤติกรรม	ผู้บริหารสถานศึกษามีความเข้าใจเรื่อง การนำความคิด ความเชื่อ และเป็น ต้นแบบให้แก่ครูและนักเรียนในการ เป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการ แต่ยังขาดความมั่นใจในการแสดงออก เชิงพฤติกรรม
คะแนนน้อยกว่า ร้อยละ 65 หมายถึง กำลังพัฒนา (Developing)	ผู้บริหารสถานศึกษาไม่มีความเป็นนวัตกรรม และผู้ประกอบการ ไม่มีคุณลักษณะและความสามารถในการ สร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือคุณค่าใหม่	ผู้บริหารสถานศึกษาไม่มีความเข้าใจ เรื่องการส่งเสริมและสนับสนุนการ เรียนรู้ของผู้เรียนและการพัฒนาให้ นักเรียนมีความเป็นนวัตกรรมและ ผู้ประกอบการ และไม่สามารถ แสดงออกเชิงพฤติกรรมได้	ผู้บริหารสถานศึกษาไม่มีความเข้าใจ เรื่องการนำความคิด ความเชื่อ และ เป็นต้นแบบให้แก่ครูและนักเรียนใน การเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการ และ ไม่สามารถแสดงออกเชิงพฤติกรรมได้

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการศึกษา พบว่า องค์ประกอบของนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของนักเรียน มีความสอดคล้องกับกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีที่ใช้เป็นรากฐานของการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) กรอบแนวคิดทักษะนวัตกรรม 2) กรอบแนวคิดสมรรถนะผู้ประกอบการนวัตกรรม และ 3) กรอบแนวคิดสมรรถนะผู้นำเชิงผู้ประกอบการ โดยกรอบแนวคิดทักษะนวัตกรรม มีองค์ประกอบที่เป็นองค์ประกอบของนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของนักเรียน จำนวน 4 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1 การตั้งคำถาม องค์ประกอบที่ 2 การสังเกต องค์ประกอบที่ 6 เครือข่ายความคิด และองค์ประกอบที่ 7 การทดลอง กรอบแนวคิดสมรรถนะผู้ประกอบการนวัตกรรม มีองค์ประกอบที่เป็นองค์ประกอบของนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของนักเรียน จำนวน 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 3 การเป็นนักบันทึก องค์ประกอบที่ 4 การมองเห็นความเชื่อมโยง และองค์ประกอบที่ 5 การแสวงหาทางเลือกที่หลากหลาย และกรอบแนวคิดสมรรถนะผู้นำเชิงผู้ประกอบการ มีองค์ประกอบที่เป็นองค์ประกอบของนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของนักเรียน จำนวน 1 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 9 ความรับผิดชอบต่อความยั่งยืน ทางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ ยกเว้นองค์ประกอบของนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของนักเรียนองค์ประกอบที่ 8 ความเป็นผู้นำผู้ประกอบการเชิงนวัตกรรม ซึ่งเป็นผลของการวิจัยในครั้งนี้ที่เป็นองค์ประกอบเพิ่มเติมจากกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีที่ใช้เป็นกรอบตั้งต้นในการวิจัย โดยองค์ประกอบความเป็นผู้นำผู้ประกอบการเชิงนวัตกรรม ประกอบด้วย 14 ตัวชี้วัด โดยตัวชี้วัดที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวชี้วัดในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด คือ “ถึงแม้คนรอบข้างตัวฉันจะคิดว่าอุปสรรคต่างๆ เป็นเรื่องยาก แต่ฉันก็มั่นใจเสมอว่าฉันจะสามารถผ่านไปได้อย่างแน่นอน” เนื่องจากตัวชี้วัดนี้ แสดงถึงความมุ่งมั่นภายในของบุคคลที่จะมีคุณลักษณะของความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการอย่างชัดเจน กล่าวคือ นวัตกรรมหรือผู้ประกอบการส่วนใหญ่จะต้องเผชิญกับความท้าทายทางความคิดอย่างสูงในช่วงเริ่มแรกของการสร้างนวัตกรรมหรือการสร้างธุรกิจใหม่ บุคคลที่สามารถฝ่าฝืนกับคำถามของคนรอบข้าง รวมถึงมีความเชื่อมั่นในตนเอง ไม่ยอมให้ความคิดของคนอื่นมาเป็นอุปสรรคในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ บุคคลดังกล่าวจึงจะสามารถสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยอาจเรียกได้ว่าเป็นความสามารถในเชิงเชิงกลยุทธ์ คือ เป็นความสามารถในการกำหนดระบบองค์กรโดยใช้การคิดเชิงกลยุทธ์ มีความยืดหยุ่นในการตัดสินใจและความเต็มใจที่จะเผชิญกับความคลุมเครือ รวมทั้งสามารถพัฒนาสมมติฐานที่ดีและทดสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพในบริบทของสภาพแวดล้อมทางธุรกิจที่ซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงได้ (Fontana & Musa, 2017) รวมทั้ง การมีความสามารถในการปรับตัวและความยืดหยุ่น คือการจัดการกับความท้าทายในการทำงานได้อย่างมั่นใจ ได้แก่ การจัดลำดับ

ความสำคัญ การมีความยืดหยุ่นในการเผชิญกับข้อจำกัด ความผิดหวังหรือความทุกข์ (Ngigi et al., 2018) สอดคล้องกับ Greenberg and Ebrary (2011) ที่ได้อภิปรายแนวคิดว่าผู้นำเชิงนักประกอบการ โดยกล่าวว่า คุณภาพของผู้นำเชิงนักประกอบการจะต้องมีความพร้อมที่จะเผชิญความท้าทาย การเปลี่ยนแปลง และสามารถสร้างเส้นทางใหม่เพื่อตอบปัญหาทางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ความเชื่อมั่นในตนเองและความสามารถในการรับรู้ความสามารถในตนเอง จึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะชี้วัดระดับของความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของนักเรียนได้

2. จากผลการศึกษาองค์ประกอบของผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของผู้บริหาร พบว่า ประกอบด้วย สมรรถนะ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 สมรรถนะนวัตกรรมและผู้ประกอบการ กลุ่มที่ 2 สมรรถนะการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน และกลุ่มที่ 3 สมรรถนะการนำองค์กรแห่งนวัตกรรม

โดยกลุ่มที่ 1 สมรรถนะนวัตกรรมและผู้ประกอบการ ประกอบด้วย 9 สมรรถนะ ซึ่งเป็นสมรรถนะที่สอดคล้องกับสมรรถนะของนักเรียน เนื่องจากผู้บริหารผู้ที่จะเป็นผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการได้นั้นต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสมรรถนะนวัตกรรมของผู้เรียนเป็นเบื้องต้น รวมทั้งต้องสามารถแสดงพฤติกรรมเหล่านั้นได้ ซึ่งผู้บริหารโรงเรียนจะเป็นต้นแบบของครูและบุคลากรในโรงเรียนโดยธรรมชาติ โดยเมื่อผู้บริหารมีความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการแล้ว จะส่งผลให้ผู้เรียนรวมทั้งครูและบุคลากรในโรงเรียนเห็นความสำคัญ รวมถึงสามารถปฏิบัติตามได้ด้วยความเต็มใจ สอดคล้องกับ Deal and Peterson (1999) ที่กล่าวว่า ผู้นำโรงเรียนต้องเป็นสัญลักษณ์ของโรงเรียน เพราะสมาชิกในโรงเรียนทุกคนจะพร้อมที่จะปฏิบัติตามสิ่งที่ผู้นำของโรงเรียนแสดงออกหรือกระทำ รวมทั้งผู้นำโรงเรียนต้องเป็นนักแสดง ซึ่งหมายถึง โรงเรียนนั้นเปรียบเสมือนโรงละครทางสังคม ผู้นำโรงเรียนจะกำหนดลักษณะของโรงเรียนผ่านการมีส่วนร่วมในละครทางสังคมเพื่อนำไปสู่การสร้างค่านิยมและความเชื่อของคนในโรงเรียน สอดคล้องกับ Gupta et al. (2004) ที่กล่าวถึงบทบาทของผู้นำเชิงผู้ประกอบการ ที่จะต้องสามารถสร้างความมุ่งมั่น สร้างจุดประสงค์ร่วมกันที่ผู้ตามในองค์กรจะได้รับแรงบันดาลใจ โดยบทบาทสำคัญประการหนึ่งของผู้นำคือการสร้างแรงบันดาลใจ ซึ่งหมายรวมถึงการเป็นต้นแบบของความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการแก่ทุกคน

กลุ่มที่ 2 สมรรถนะการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน ประกอบด้วย 8 สมรรถนะ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดเป้าหมายการพัฒนานักเรียน การพัฒนาหลักสูตร การค้นหาศักยภาพของนักเรียน การสนับสนุนให้เกิดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ การสนับสนุนให้เกิดการต่อยอดความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน การส่งเสริมให้นักเรียนเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม การแสวงหาเครือข่ายร่วมพัฒนาความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน และการประเมินความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการของนักเรียน ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการบริหารวิชาการของโรงเรียน เนื่องจากกิจกรรมทางวิชาการเป็นกิจกรรมที่นักเรียนจะได้มีส่วนร่วมมากที่สุดจากขอบข่ายงานบริหารของผู้บริหารโรงเรียน ดังนั้น ผู้บริหารที่จะเป็นผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีภาวะผู้นำเชิงวิชาการ สอดคล้องกับ Hallinger and Murphy (1986) ที่ได้กล่าวถึงภาวะผู้นำทางวิชาการในโรงเรียนที่มีประสิทธิภาพว่า ผู้นำมีบทบาทในการสื่อสารเป้าหมายของโรงเรียน กำกับดูแลและประเมินผลประสานงาน ติดตามความก้าวหน้าของนักเรียน ปกป้องเวลาเรียน สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนและครู สอดคล้องกับ Chaemchay (2020) ที่ได้ศึกษาวัฒนธรรมการบริหารโรงเรียนเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะนวัตกรรมของนักเรียนมัธยมศึกษา โดยพบว่า การบริหารวิชาการที่เป็นแนวปฏิบัติที่ดี ประกอบด้วย การพัฒนาหลักสูตร การจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล การพัฒนาสื่อ นวัตกรรมและแหล่งเรียนรู้ และการประสานความร่วมมือกับองค์กรอื่น ดังจะเห็นได้ว่า ภารกิจของผู้บริหารสถานศึกษาจากมิติทางด้านนโยบายแล้ว ผู้บริหารยังต้องเข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารวิชาการเพื่อนำองค์กรไปสู่เป้าหมายของการพัฒนานักเรียนให้เป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการ

กลุ่มที่ 3 สมรรถนะการนำองค์กรแห่งนวัตกรรม ประกอบด้วย 7 สมรรถนะ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการมองภาพกว้างเพื่อกำหนดวิสัยทัศน์ที่ปฏิบัติได้ การก้าวทันอนาคตและปรับตัวเชิงสร้างสรรค์ การเป็นต้นแบบของนวัตกรรมและผู้ประกอบการ การแสวงหาและสร้างเครือข่าย และการสร้างเครือข่ายระบบนิเวศนวัตกรรม ทั้งนี้ นอกจากหน้าที่หลักของผู้บริหารโรงเรียนที่ต้องมีหน้าที่กำกับ ติดตามการดำเนินงานด้านวิชาการของโรงเรียนแล้ว ผู้บริหารยังต้องมีบทบาทในการนำองค์กรโดยมุ่งเน้นความสำเร็จใน

ระดับสูง คือ การมุ่งสร้างให้นักเรียนได้รับมากกว่าเป้าหมายตามหลักสูตรแกนกลางกำหนด ผู้บริหารต้องมุ่งสร้างสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนให้นักเรียนมีความเป็นนวัตกรและผู้ประกอบการ สอดคล้องกับ Thawesaengskulthai (2019) ที่ได้ทำการศึกษาาระบบนิเวศนวัตกรรม โดยพบว่าสถาบันการศึกษามีแนวปฏิบัติที่สำคัญอยู่ 4 ประการ คือ 1) พัฒนาทักษะความเป็นผู้ประกอบการให้ฝังลงไปเป็นส่วนหนึ่งของประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ 2) พัฒนาและสนับสนุนความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน และสถาบันการศึกษา/มหาวิทยาลัย และชุมชน เพราะการสร้างนวัตกรรมไม่สามารถทำสำเร็จได้ด้วยคนเดียว 3) ส่งเสริมความหลากหลายและนำมารวมกัน และ 4) ศึกษาแก่นของเทคโนโลยี และนำมาใช้ในสถาบันการศึกษาและสังคม สอดคล้องกับ Zarefard and Cho (2018) ที่ได้เสนอแนวคิดสมรรถนะการบริหารจัดการของผู้ประกอบการ โดยผู้บริหารสถานศึกษาจะต้องมีสมรรถนะการสร้างเครือข่าย เพราะการสร้างเครือข่ายเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพของผู้ประกอบการในการปรับปรุงการเข้าถึงแนวคิดธุรกิจทุนความรู้และเทคโนโลยีเพื่อสร้างนวัตกรรมทางธุรกิจ ซึ่งในที่นี้ ผู้บริหารมีหน้าที่ต้องสร้างความสัมพันธ์กับชุมชน และสังคม โดยจะนำมาซึ่งการระดมทรัพยากรเพื่อการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีความเป็นนวัตกรและผู้ประกอบการต่อไป

3. จากผลการพัฒนาเครื่องมือประเมินสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ผู้สร้างนวัตกรและผู้ประกอบการในอนาคต พบว่า เครื่องมือประเมินสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ผู้สร้างนวัตกรและผู้ประกอบการในอนาคต ประกอบด้วย 1) แบบประเมินสมรรถนะนวัตกรและผู้ประกอบการของผู้บริหารสถานศึกษา 2) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน และ 3) สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการนำองค์กรแห่งนวัตกรรม

โดยเครื่องมือฉบับที่ 1 คือ แบบประเมินสมรรถนะนวัตกรและผู้ประกอบการของผู้บริหารสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงพฤติกรรมจำนวน 92 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.351 - 0.811 ซึ่งถือว่ายอมรับได้ โดยเนื่องจากแบบประเมินฉบับนี้ มีส่วนของคำชี้แจง คำอธิบายนิยามศัพท์ รวมถึงข้อคำถามในแบบประเมินนั้นถูกสร้างขึ้นจากนิยามเชิงทฤษฎีซึ่งปรับให้สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียนไทย ผู้บริหารสถานศึกษาจึงสามารถตอบคำถามในแบบประเมินได้ตรงกับวัตถุประสงค์ของการวัด สอดคล้องกับ Nielsen (2015) ที่กล่าวว่า เครื่องมือการประเมินสมรรถนะนวัตกรจำเป็นต้องสอดคล้องกับกรอบแนวคิดสมรรถนะที่ถูกออกแบบขึ้น เกณฑ์การประเมินต้องมีความชัดเจนและเป็นที่ยอมรับจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ปฏิบัติงาน โดยแบบประเมินทั้งฉบับมีค่าความเที่ยง 0.988 หมายความว่า สามารถนำแบบประเมินฉบับนี้ไปใช้ในกลุ่มตัวอย่างจริงได้ (Kanjawasee, 2013) สอดคล้องกับ Kajornsilp (2005) ที่กล่าวว่า เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นควรมีความเป็นปรนัย กล่าวคือ แบบประเมินหรือเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นควรจะต้องมีมาตรฐานของการวัดแบบทดสอบที่แน่นอน ชัดเจน ในการดำเนินการและการให้คะแนนการวัดจากคนหลายคน

สำหรับเครื่องมือฉบับที่ 2 และ 3 สถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน และสมรรถนะการนำองค์กรแห่งนวัตกรรม มีลักษณะเป็นแบบประเมินเชิงพฤติกรรมตามแนวคิดสถานการณ์จำลอง (Simulation) มีองค์ประกอบของเครื่องมือ ประกอบด้วย คำจำกัดความของสมรรถนะ สถานการณ์ ตัวละคร บทสนทนา ทางเลือก เกณฑ์การให้คะแนน และคะแนนของทางเลือก รวมทั้งสิ้น 15 สถานการณ์ย่อย โดยผู้ที่รับการประเมินจะสวมบทบาทเป็นผู้บริหารสถานศึกษาที่จะต้องได้ตอบกับสถานการณ์จำลองสร้างขึ้น ซึ่งสถานการณ์จำลองที่พัฒนาขึ้นจะมีประโยชน์อย่างมากในการใช้ประเมินความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้เชิงทฤษฎีของผู้บริหารกับสถานการณ์จริงในโรงเรียน สอดคล้องกับ Rea et al. (2011) ที่ได้พัฒนาสถานการณ์จำลองเพื่อจัดการเรียนการสอนให้กับกลุ่มผู้เรียนทางด้านการบริหารการศึกษาที่ผู้เรียนจะต้องตอบสนองต่อสถานการณ์ที่เผชิญ โดยพบว่า สถานการณ์จำลองที่พัฒนาขึ้นมีประโยชน์อย่างมากต่อการใช้ในการพัฒนาผู้บริหารที่เตรียมเข้าสู่ตำแหน่ง เพราะผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องแสดงพฤติกรรมที่เป็นตัวบ่งชี้คุณลักษณะออกมา ซึ่งจะต้องผสมผสานทั้งความรู้และความสามารถของผู้เข้ารับการประเมินเพื่อแสดงพฤติกรรมที่มุ่งวัดออกมาผ่านการตอบโต้กับสถานการณ์จำลองที่อยู่ตรงหน้าของผู้เข้ารับการประเมิน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 เนื่องจากผลการศึกษาคำตอบของนักวิจัยและผู้ประกอบการในอนาคตของนักเรียน ตัวชี้วัดที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวชี้วัดในรูปคะแนนมาตรฐานสูงที่สุด คือ “ถึงแม้คนรอบข้างตัวฉันจะคิดว่าอุปสรรคต่างๆ เป็นเรื่องยาก แต่ฉันก็มั่นใจเสมอว่าฉันจะสามารถผ่านไปได้อย่างแน่นอน” ซึ่งแสดงถึงความมุ่งมั่นภายในของบุคคลที่จะสร้างนวัตกรรมและธุรกิจใหม่ กล่าวคือ สามารถเผชิญกับความท้าทายทางความคิดในช่วงเริ่มแรกของการสร้างนวัตกรรมหรือการสร้างธุรกิจ และไม่ยอมให้ความคิดของคนอื่นมาเป็นอุปสรรค บุคคลดังกล่าวจึงจะสามารถสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยความเชื่อมั่นในตนเองและความสามารถในการรับรู้ความสามารถในตนเองนั้นเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะชี้วัดระดับของความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของนักเรียนได้ ดังนั้น ครู และผู้บริหารโรงเรียนจึงควรส่งเสริมให้นักเรียนมีความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการผ่านกิจกรรมที่สร้างความเชื่อมั่นในตนเองให้กับนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนเผชิญความท้าทาย รวมทั้งได้เผชิญกับความผิดพลาดเล็กๆ น้อยๆ ที่จะทำให้พวกเขาเรียนรู้และพัฒนาตนเองขึ้นจากความล้มเหลว

1.2 เนื่องจากผลการศึกษาคำตอบของผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของผู้บริหาร พบว่าประกอบด้วยสมรรถนะ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 สมรรถนะนวัตกรรมและผู้ประกอบการ ซึ่งเป็นสมรรถนะที่สอดคล้องกับสมรรถนะของนักเรียน เนื่องจากผู้นำจะต้องสามารถสร้างความมุ่งมั่นและสร้างจุดประสงค์ร่วมที่ผู้ตามในองค์กรจะได้รับแรงบันดาลใจ ดังนั้นผู้บริหารจึงควรพัฒนาตนเองเพื่อเป็นต้นแบบของความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการแก่ทุกคนในโรงเรียน กลุ่มที่ 2 สมรรถนะการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน ประกอบด้วย 8 สมรรถนะ ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับกิจกรรมทางวิชาการของโรงเรียน เนื่องจากกิจกรรมทางวิชาการเป็นกิจกรรมที่นักเรียนจะได้มีส่วนร่วมมากที่สุดจากขอบข่ายงานบริหารของผู้บริหารโรงเรียน ดังนั้นผู้บริหารที่จะเป็นผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้ด้านวิชาการ ได้แก่ สามารถสื่อสารเป้าหมายของโรงเรียน กำกับดูแลและประเมินผล ประสานงาน ติดตามความก้าวหน้าของนักเรียน ปกป้องเวลาเรียน และสร้างแรงจูงใจแก่นักเรียนและครู และกลุ่มที่ 3 สมรรถนะการนำองค์กรแห่งนวัตกรรม ประกอบด้วย 7 สมรรถนะ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการมองภาพกว้างเพื่อกำหนดวิสัยทัศน์ที่ก้าวทันอนาคต ดังนั้น ผู้บริหารต้องมีบทบาทในการนำองค์กรโดยมุ่งเน้นความสำเร็จในระดับสูง โดยมุ่งสร้างให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าเป้าหมายตามหลักสูตรแกนกลางกำหนด และมุ่งสร้างสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนให้นักเรียนมีความเป็นนวัตกรรมและผู้ประกอบการ

1.3 จากผลการพัฒนาเครื่องมือประเมินสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคต พบว่า เครื่องมือประเมินสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคต ประกอบด้วยแบบประเมินสมรรถนะนวัตกรรมและผู้ประกอบการของผู้บริหารสถานศึกษา ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และสถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสมรรถนะการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนและสมรรถนะการนำองค์กรแห่งนวัตกรรม มีผลการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมในภาพรวมระดับมากถึงมากที่สุด หน่วยงานพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาจึงควรนำชุดเครื่องมือประเมินสมรรถนะผู้บริหารโรงเรียนรุ่นใหม่ผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตไปใช้ในการพิจารณาคัดเลือกผู้บริหารที่มีสมรรถนะผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตเพื่อเข้าสู่ตำแหน่งหรือเลื่อนขั้นต่อไป

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาแนวทางการพัฒนาสมรรถนะนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของนักเรียน

2.2 ควรมีการศึกษาแนวทางการพัฒนาสมรรถนะผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการในอนาคตของผู้บริหาร

2.3 ควรมีการศึกษาแนวทางการเข้าสู่ตำแหน่งของผู้บริหารสถานศึกษาตามแนวคิดสมรรถนะผู้สร้างนวัตกรรมและผู้ประกอบการ

ผู้ประกอบการ

References

- Chaemchoy, S. (2020). The development of school management innovation for enhancing innovator competencies of secondary school students. *Journal of Education Naresuan University*, 22(2), 193-213. [in Thai]
- Deal, T. E., & Peterson, K. D. (1999). *Shaping school culture: The heart of leadership*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Dutta, S., Lanvin, B., & Wunsch-Vincent, S. (2019). *The global innovation index*. Ithaca, NY: Cornell, INSEAD, & WIPO.
- Fontana, A., & Musa, S. (2017). The impact of entrepreneurial leadership on innovation management and its measurement validation. *International Journal of Innovation Science*, 9(1), 2-19.
- Greenberg, D., McKone-Sweet, K., & Wilson, H. J. (2011). *The new entrepreneurial leader: Developing leaders who shape social and economic opportunity*. San Francisco, CA: Berrett-Koehler.
- Gupta, V., MacMillan, I. C., & Surie, G. (2004). Entrepreneurial leadership: Developing and measuring a cross-cultural construct. *Journal of Business Venturing*, 19(2), 241-260. DOI:10.1016/s0883-9026(03)00040-5
- Hallinger, P., & Murphy, J. F. (1986). The social context of effective schools. *American Journal of Education*, 94(3), 328-355.
- Jueasrikul, S. (2017). *IDE Center promotes "Innovation" as the future of modern entrepreneurs*. Retrieved from <https://themomentum.co/successful-feature-ide-center-invention-x-commercialization/>
- Kajornsilp, B. (2005). *Research methodology*. Bangkok: Physics Center Printing. [in Thai]
- Kanjanawasee, S. (2013). *Traditional test theory* (7th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- National Science and Technology Development Agency. (2016). *Thailand 4.0 Blueprint: A model driving Thailand towards; Security, Prosperity, and Sustainability*. Retrieved from <https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/2017/20171114-draeqa-blueprint.pdf>
- Ngigi, S., McCormick, D., & Kamau, P. (2018). Entrepreneurial leadership competencies in the 21st century: An empirical assessment. *DBA Africa Management Review*, 8(2), 1-17.
- Nielsen, J. A. (2015). Assessment of innovation competency: A thematic analysis of upper secondary school teachers' talk. *The Journal of Educational Research*, 108(4), 318-330.
- Office of the Education Council. (2019). *National Education Standards B.E. 2561*. Bangkok: 21 Century Printing. [in Thai]
- Rea, D. C., Carter, C. F., Wilkerson, J. R., Valesky, T. C., & Lang, W. S. (2011). Assessing ISLLC-based dispositions of educational leadership candidates. *International Journal of Educational Leadership*, 69(3), 1-15.
- Thawesaengskulthai, N. (2019). *Education for young innovators and innovative entrepreneurs*. Nonthaburi: Wacharin P.P. Printing. [in Thai]
- Zarefard, M., & Cho, S. E. (2018). Entrepreneurs' managerial competencies and innovative start-up intentions in university students: focus on mediating factors. *International Journal of Entrepreneurship*, 22(2), 1-22.

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

THE DEVELOPMENT OF BLENDED LEARNING IN DHAMMA FOR
MATHAYOMSUKSA 1 STUDENTS

Received: June 1, 2020

Revised: July 18, 2020

Accepted: July 21, 2020

พระครูวินัยธร สิงห์ อ่อนน้อม¹ และกอบสุข คงมนัส^{2*}Phrakhruvinaiton Singh Onnom¹ and KobsookKongmanus^{2*}^{1,2}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร^{1,2}Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: kobsook@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานเรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 3) เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพุทธชินราชพิทยาลงกรณ์พิษณุโลก จำนวน 40 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เว็บไซต์เรื่องหลักธรรมทางพระพุทธศาสนา แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน t-test dependent และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ผลการวิจัย พบว่า

1. การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นกิจกรรมผสมผสานระหว่างแบบเผชิญหน้าและแบบออนไลน์ในสัดส่วน 70:30 ประกอบด้วย 1) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ได้แก่ 1.1) นำเข้าสู่บทเรียน 1.2) ปฏิบัติการ 1.3) ฝึกฝนผู้เรียน 1.4) นำไปใช้ และ 1.5) สรุป 2) เว็บไซต์บทเรียน เรื่องหลักธรรมทางพระพุทธศาสนา 3) เนื้อหา 4 เรื่อง คือ 3.1) พระรัตนตรัย 3.2) พระพุทธคุณ 3.3) หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา และ 3.4) พุทธศาสนสุภาษิตและการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานเรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.88/82.50 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา พบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เท่ากับ 0.6154

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบผสมผสาน หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา วิชาพระพุทธศาสนา

Abstract

The purposes of the research were: 1) to develop the Blended Learning in Dhamma for MathayomSuksa 1 students and 2) to compare learning achievement of the students between pretest and posttest scores after learning with the Blended Learning in Dhamma 3) To find the effectiveness index of learning achievement before and after learning by using integrated learning management on Dhamma for MathayomSuksa 1 students. The samples were 40 students from Buddhachinaraj Pittaya School and selected by purposive sampling. The research instruments were the lesson plans, website in Dhamma and pretest-posttest. The data were statistical analyzed by percentage, mean, standard deviation and t-test dependent. The research findings were as follows:

1. Integrated learning management on Buddhism principles for students in for MathayomSuksa1 students is Blended Learning between face-to-face and online in a 70:30 ratio consisting of 1) The process of organizing teaching and learning activities, including; 1.1) Importing lessons, 1.2) Practice, 1.3) Training students, 1.4) Apply, and 1.5) Summarize. 2) The website about Buddhist principles. 3) The content consists of 4 topics; 3.1) Phrattana Tri, 3.2) Buddha Khun, 3.3) Buddhism principles, and 3.4) Buddhism, proverbs, and blended learning about Buddhism principles for MathayomSuksa 1 students and, the efficiency (E_1/E_2) is 80.88/82.50 which meets the criteria of 80/80.

2. The learning achievement of MathayomSuksa 1 students learning by blended learning in Dhamma found that the scores after studying were higher than before learning at the statistical significance of .01 level.

3. The Efficiency Index (E.I.) of learning achievement before and after learning by using blended learning in Dhamma for MathayomSuksa 1 students is 0.6154.

Keywords: Blended Learning, Dhamma, Buddhism

บทนำ

การศึกษาเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่สุดในการพัฒนาสังคมให้คนซึ่งเป็นสมาชิกของสังคม เป็นคนมีคุณภาพ คุณธรรมและการศึกษายังเป็นสิ่งที่มนุษย์เราแสวงหาองค์ความรู้เพื่อมาปรับใช้ในการดำรงชีวิต การประกอบสัมมาอาชีพและพัฒนาไปสู่ความสำเร็จให้กับชีวิตของเราทุกคน ทุกวันนี้ไม่สามารถปฏิเสธว่าการศึกษามีอิทธิพลต่อสังคมโลกในปัจจุบัน ต่างคนต่างแสวงหาสิ่งสร้างสรรค์ต่อหลักสูตร สถาบัน หรือสถานที่สำคัญในการเก็บเกี่ยวความรู้ทั้งหมดทั้งปวงมาทำให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด ระบบโลกได้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว กระแสโลกาภิวัตน์เข้ามามีอิทธิพลต่อหลายๆ ประการในสังคม ระบบการศึกษาที่มีการปรับเปลี่ยนไปตามการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลก เพื่อก่อให้เกิดความทันสมัยในองค์ความรู้และสอดคล้องต่อผู้ศึกษา จึงมีการพัฒนาการจัดการศึกษาทั้งหลักสูตรที่ปรับปรุงให้ทันสมัย ใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ สร้างผู้เรียนให้มีทั้งองค์ความรู้และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามที่สังคมต้องการโดยเน้นให้เด็กเป็นบุคลากรที่มีคุณภาพคือเป็นคนดี คนเก่ง มีคุณธรรมและจริยธรรม มีความสุข จากความสำคัญดังกล่าวนี้สอดคล้องกับ Phisitbanagon (2006) ที่กล่าวไว้ว่า การศึกษาเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนา “คน” อันเป็นทรัพยากรที่ทรงคุณค่าของสังคมให้มีคุณภาพ และมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สามารถดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างเป็นสุข ทนต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตามยุคสมัย การศึกษาจึงต้องปรับเปลี่ยนให้ทันและสอดคล้องกับกระแสการเปลี่ยนแปลงของประเทศชาติและสังคมโลกอยู่ตลอดเวลา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรที่จัดทำขึ้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีเป้าหมายให้นักเรียนและครูใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีสมรรถนะตามที่ต้องการทั้งด้านการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้ทักษะชีวิต และการใช้เทคโนโลยีตลอดจนพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมไทยและสังคมโลกได้อย่างมีความสุขกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรมว่าด้วยการอยู่ร่วมกันในสังคมที่มีความเชื่อมสัมพันธ์กัน และมีความแตกต่างกันอย่างหลากหลาย เพื่อช่วยให้สามารถปรับตัวเองกับบริบท

สภาพแวดล้อม เป็นพลเมืองดี มีความรับผิดชอบ มีความรู้ ทักษะ คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม ซึ่งในสาระที่ 1 ศาสนา ศีลธรรม จริยธรรม ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีมาตรฐาน ส.1.1 รู้และเข้าใจประวัติ ความสำคัญ ศาสนา หลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือและศาสนาอื่นมีศรัทธาที่ถูกต้อง ยึดมั่น และปฏิบัติตามหลักธรรม เพื่ออยู่ร่วมกันอย่างสันติสุข Ministry of Education (2008, p. 2) และมาตรฐาน ส. 1.2 เข้าใจ ตระหนักและปฏิบัติตนเป็นศาสนิกชนที่ดีและธำรงรักษาพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ และตัวชี้วัดที่ 5 อธิบายพุทธคุณ และข้อธรรมสำคัญในกรอบอริยสัจ 4 หรือหลักธรรมของศาสนาที่ตนนับถือตามที่กำหนด เห็นคุณค่าและนำไปพัฒนา แก้ปัญหาของตนเองและครอบครัว Ministry of Education (2008, p. 4) ซึ่งในตัวชี้วัดส่วนใหญ่แล้วจะเน้นให้ความสำคัญกับพุทธศาสนาเป็นส่วนใหญ่ สามารถบูรณาการสภาพปัญหาหรือปรากฏการณ์ทางสังคม แต่เมื่อกลับย้อนมาดูระบบการศึกษาในความเป็นจริง ตามที่ Tangchitsomkit (1991, p. 52) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนการสอนวิชาพระพุทธศาสนา ในอดีตจนถึงปัจจุบันยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรบุคลากรทางการศึกษายังขาดทักษะในการถ่ายทอดความคิด วิเคราะห์ ขาดความกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้ ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนไม่เห็นคุณค่าของเนื้อหาสาระ ขาดแรงจูงใจ และไม่สามารถถ่ายทอดความคิดได้ จึงต้องมีการนำวิธีการสอน สื่อเทคโนโลยี ที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิชาพระพุทธศาสนาสร้างความสนใจผู้เรียน ถ่ายทอดความรู้ในรูปแบบที่น่าสนใจและมีความถูกต้อง ที่จะสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิด วิเคราะห์ และนำเอาหลักธรรมทางพระพุทธศาสนาไปประพฤติปฏิบัติให้บังเกิดประโยชน์ต่อการพัฒนานตนเองต่อไปได้

การเรียนแบบผสมผสาน คือ การเรียนที่ผสมการเรียนออนไลน์และการเรียนในชั้นเรียน โดยที่เนื้อหาส่วนใหญ่ส่งผ่านระบบออนไลน์ ใช้การอภิปรายและมีการพบปะกันในห้องเรียนบ้าง และมีส่วนที่น่าสนใจว่าการอภิปรายออนไลน์ถือเป็นการส่งผ่านเนื้อหาออนไลน์ เช่นกัน สำหรับการเรียนรู้ในรูปแบบอื่นๆ อย่างเช่น การเรียนแบบปกติจะไม่มีการส่งผ่านเนื้อหาออนไลน์ การเรียนแบบใช้เว็บช่วยสอนจะมีการส่งผ่านเนื้อหาออนไลน์ร้อยละ 1-29 และการเรียนออนไลน์มีการส่งผ่านเนื้อหาร้อยละ 80-100 (SLOAN-C, 2005) และการจัดการเรียนรู้ที่รวมเอายุทธวิธีที่หลากหลายทั้งแบบเผชิญหน้าและแบบออนไลน์ โดยมีจุดมุ่งหมายการสนับสนุนสื่อและแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและการตอบสนองความแตกต่างของแต่ละบุคคลได้เป็นอย่างดี (Rodhiam, 2011)

จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานเรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานระหว่างการจัดการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน (Face-to-Face) และการจัดการเรียนแบบออนไลน์ (Online Learning) เพื่อให้การจัดการเรียนแบบผสมผสานเป็นเครื่องมือและกระบวนการในการถ่ายทอดความรู้ ส่งเสริมการคิด การวิเคราะห์ในเรื่องหลักธรรมทางพระพุทธศาสนาให้ผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
3. เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2562 จำนวน 18,912 คน (ข้อมูลจากระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารการศึกษา กลุ่มสารสนเทศ สำนักนโยบายและแผนการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน)

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพุทธชินราชพิทยา จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 40 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยมีคุณสมบัติในการเลือก ดังนี้ 1) สามารถเป็นตัวแทนของประชากรได้ เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ตรงกัน คือกำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) โรงเรียนมีการบรรจุแผนการเรียนการสอนเรื่องหลักธรรมทางพระพุทธศาสนา ในรายวิชาพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 3) โรงเรียนและนักเรียนมีสื่อคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตสนับสนุนการเรียนแบบผสมผสาน

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตัวแปรตาม คือ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องหลักธรรมทางพระพุทธศาสนาและ 2) ดัชนีประสิทธิผลทางการเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ดำเนินการตามรูปแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development)

เครื่องมือวิจัย การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือวิจัยและสร้างเครื่องมือวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ขั้นตอนการพัฒนา มีดังนี้

1.1 ทำการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยยึดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

1.2 ออกแบบโครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาเนื้อหาเรื่องหลักธรรมทางพระพุทธศาสนาและยึดตามกระบวนการเรียนการสอนแบบผสมผสาน การวัดและประเมินผลจำนวน 3 แผน คิดเป็นจำนวน 12 คาบโดยเนื้อหาที่เน้นความรู้ความเข้าใจออกแบบให้เรียนแบบออนไลน์และเนื้อหาที่เน้นการนำไปใช้และวิเคราะห์จะออกแบบให้เรียนในชั้นเรียน การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ใช้วิธีการทดสอบด้วยข้อสอบแบบปรนัยโดยให้ทำในชั้นเรียน

1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ด้วยแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับซึ่งผลจากการประเมินคุณภาพพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ทั้ง 3 แผน มีคุณภาพความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

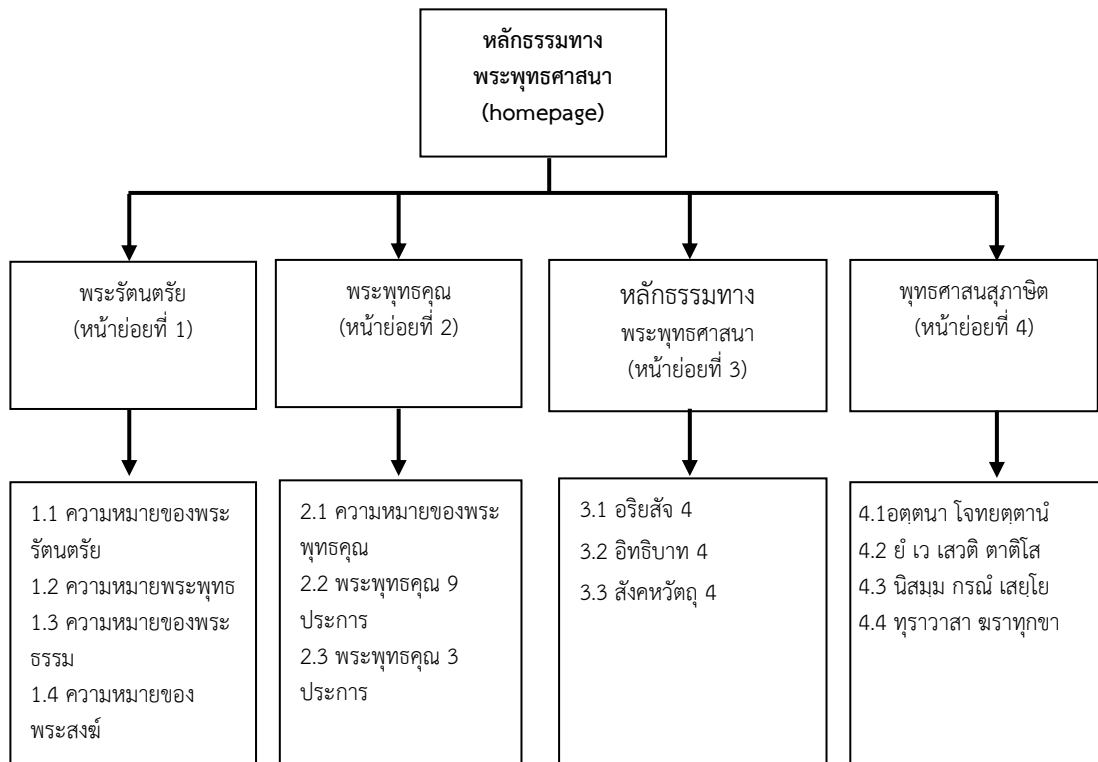
1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนำร่องไปทดลองใช้ (Try out) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง โดยการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการสังเกตและสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนการสอนและเครื่องมือที่ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้

1.5 นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์

2. เว็บไซต์บทเรียนเรื่องหลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ขั้นตอนการพัฒนา มีดังนี้

2.1 ผู้วิจัยทำการกำหนดเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดการเรียน การสอนสื่อการเรียนการสอน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและครอบคลุม

2.2 เขียนผังโครงสร้างเพื่อแสดงการเชื่อมโยงภายในเว็บไซต์ พร้อมทั้งจัดทำผังโครงสร้างเว็บไซต์ (Flowchart) เขียนสตอรี่บอร์ด (Storyboard) เว็บไซต์บทเรียน เพื่อแสดงการออกแบบลักษณะส่วนประกอบต่างๆ บนเว็บไซต์



ภาพ 1 ผังโครงสร้างของเว็บไซต์บทเรียน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.3 ดำเนินการสร้างเว็บไซต์ด้วยโปรแกรม Google Site จากนั้นนำเว็บไซต์บทเรียนเรื่องหลักธรรมทางพระพุทธศาสนา นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมในเบื้องต้น แล้วจึงปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

2.4 นำเว็บไซต์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพ จำนวน 3 ท่าน ด้วยแบบประเมินความเหมาะสมของเว็บไซต์ที่เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับพบว่า เว็บไซต์เรื่องหลักธรรมทางพระพุทธศาสนามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และนำเว็บไซต์ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักร้อง (Try out) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง โดยการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการสังเกตและการสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคในการใช้งานเว็บไซต์ จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์

3. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ขั้นตอนการพัฒนา มีดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสาร ชนิด เกณฑ์ จำนวนและสร้างแต่ละหน่วยการเรียนรู้เป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

3.2 ตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาด้วยการประเมินความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้วยการหาค่า IOC โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่า ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ผ่านการประเมินทุกข้อ รวมจำนวน 40 ข้อ มีค่าเฉลี่ย IOC มากกว่า 0.6

3.3 นำแบบทดสอบที่ได้ไปทดสอบค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบรายข้อตามเกณฑ์ที่กำหนดคือใช้แบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายที่ 0.66 โดยทดสอบหาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกจากนักเรียน จำนวน 30 คน นำมาสร้างเป็นแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองกลุ่มเดียวโดยมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One-Group Pretest-Posttest Design)

ตาราง 1 แสดงแบบแผนการทดลอง

กลุ่มทดลอง (Experimental Group)	การสอบก่อนเรียน (Pretest)	การจัดกระทำ (Treatment)	การสอบหลังเรียน (Posttest)
E	T1	X	T2

- E หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง
- X หมายถึง การเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่พัฒนาขึ้น
- T1 หมายถึง การสอบก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่พัฒนาขึ้น
- T2 หมายถึง การสอบหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย มีดังนี้

1. ขออนุญาตโรงเรียนและประสานงานกับครูผู้สอนวิชาพระพุทธศาสนาเพื่อวางแผนให้ผู้วิจัยเข้าทดลองสอนตามการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้แก่ ปฐมนิเทศชี้แจงการเรียนรู้ผ่านเว็บไซต์และการเรียนในชั้นเรียนแก่นักเรียนและทดสอบก่อนเรียนเรื่องหลักธรรมทางพระพุทธศาสนา
3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยยึดตามกระบวนการจัดการเรียนการสอนของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานไปจนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหา เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนาด้วยตนเองผ่านเว็บไซต์และเข้าเรียนทำกิจกรรมในชั้นเรียนแบบเผชิญหน้ากับผู้สอน
4. เมื่อเรียนครบ 3 แผน จำนวน 12 คาบ นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเรื่องหลักธรรมทางพระพุทธศาสนา ซึ่งเป็นข้อสอบชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

วิเคราะห์คะแนนทดสอบจากแบบทดสอบหลังเรียนด้วยการเปรียบเทียบกับคะแนนสอบก่อนเรียนโดยใช้สถิติการทดสอบค่าที (t-test) แบบ Dependent Samples และการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) มีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป

ผลการวิจัย

1. การสร้างและหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานเรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นกิจกรรมผสมผสานระหว่างแบบเผชิญหน้าและแบบออนไลน์ในสัดส่วน 70:30 ประกอบด้วย 1) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ได้แก่ 1.1) นำเข้าสู่บทเรียน 1.2) ปฏิบัติการ 1.3) ผูกพันผู้เรียน 1.4) นำไปใช้ และ 1.5) สรุป 2) เว็บไซต์เรื่องหลักธรรมทางพระพุทธศาสนา 3) เนื้อหา 4 เรื่อง คือ 3.1) พระรัตนตรัย 3.2) พระพุทธรูป 3.3) หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา และ 3.4) พุทธศาสนสุภาษิตและการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 80.88/82.50 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานเรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คะแนนสอบ	n = 40				
	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์มาตรฐาน
ระหว่างเรียน (E1)	20	647	16.18	80.88	80
หลังเรียน (E2)	30	990	23.03	82.50	80

จากตาราง 2 พบว่า การจัดเรียนรู้แบบผสมผสานเรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.88/82.50 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตาราง 3 แสดงผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คะแนนสอบ	n = 40			
	$\bar{X}$	SD	t	p
ก่อนเรียน	16.33	3.22	18.77**	0.00
หลังเรียน	23.03	2.88		

**p < .01

จากตาราง 3 พบว่า คะแนนสอบของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คะแนนสอบ	n = 40			
	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)	ร้อยละของดัชนีประสิทธิผล
ก่อนเรียน	30	16.33	0.6154	61.54
หลังเรียน	30	23.03		

จากตาราง 4 พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เท่ากับ 0.6154 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.6154 หรือ คิดเป็นร้อยละ 61.54

อภิปรายผล

1. จากการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน ร้อยละ 70 และกิจกรรมการเรียนรู้ออนไลน์ ร้อยละ 30 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคม ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนเป็น (E_1/E_2) เท่ากับ 80.88/82.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาหาความเห็นว่าสื่อการเรียนการสอนแบบผสมผสานมีคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีการศึกษามีคุณภาพอยู่ในระดับดี เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี มีการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญซึ่งผู้เรียนนั้นจะมีอิสระในการเรียนรู้ และสามารถเข้าไปสืบหาหรือทบทวนบทเรียนได้ตามความต้องการมีการใช้สื่อที่หลากหลาย ทั้งในรูปแบบออนไลน์ (Online) ที่ผู้ศึกษาได้จัดการสร้างเว็บไซต์บทเรียน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา ขึ้นมาเพื่อผู้เรียนสามารถค้นคว้าแหล่งข้อมูลจากเว็บไซต์ที่กำหนดให้หรือโดยทั่วไปที่มีเนื้อหาตามบทเรียนที่กำหนดไว้ และในรูปแบบออฟไลน์ (Offline) มีกระบวนการเรียนรู้ที่มีระบบตามขั้นตอนของวิธีดำเนินการวิจัยและพัฒนา เช่น กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียนขั้น ตอนที่ 2 ปฏิบัติการ ขั้นตอนที่ 3 ฝึกฝนผู้เรียน ขั้นตอนที่ 4 นำไปใช้ และขั้นตอนที่ 5 สรุปในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนทั้ง 5 ขั้นตอนนั้น

ทุกขั้นตอนตั้งแต่การนำเข้าสู่บทเรียน ผู้สอนสร้างบรรยากาศ ความมีศรัทธาเลื่อมใส ความเข้าใจในรายละเอียดเนื้อหาที่จะศึกษา จากนั้นนักเรียนจะร่วมกันวางแผนการเรียนรู้และจัดแบ่งกลุ่มทุกคนมีหน้าที่ในความสำเร็จของกลุ่ม แผนการเรียนรู้ที่ 1-3 เป็นการจัดการเรียนรู้เรื่องของหลักธรรมทางพระพุทธศาสนา ผู้สอนนำเสนอปัญหาข่าวสาร บทความจากหนังสือพิมพ์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์และได้ศึกษาบนเว็บไซต์ในแบบออนไลน์ อธิบายประเด็นหัวข้อหลักธรรม จากนั้นนักเรียนร่วมอภิปราย ทำใบงาน แนะนำหลักการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน สุดท้าย คือ สรุปความรู้ในแต่ละแผนหรือสรุปเป็นแผนที่ความคิด และรูปแบบการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนมีบทบาทในการรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง มีความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างกัน มีโอกาสประเมินตนเอง โดยผู้สอนเป็นผู้มีหน้าที่คอยให้คำแนะนำสนับสนุนผู้เรียน แก้ปัญหาในการเรียนรู้ไปพร้อมกับผู้เรียน สามารถจัดกิจกรรมเป็นบูรณาการตอบสนองความถนัดของผู้เรียนได้อย่างเต็มที่ สอดคล้องกับ Khlaisang and Koraneekit (2009) กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบผสมผสาน หมายถึง การเรียนการสอนที่นำเสนอเนื้อหาวิชาโดยผสมผสานวิธีออนไลน์และวิธีพบปะในชั้นเรียน โดยการเรียนแบบผสมผสานนั้นจะเป็นการดึงคุณสมบัติเด่นของการเรียนการสอนในชั้นเรียนและการเรียนการสอนออนไลน์ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมและประโยชน์ทางการศึกษาสูงสุดที่ผู้เรียนจะได้รับเป็นสำคัญจึงทำให้บทเรียนชุดนี้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ McVey (as cited in Rodniam, 2011, p. 52) ได้ทำวิจัยเรื่องการใช้กระบวนการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อสอนวิธีการวิจัย ซึ่งเป็นผลจากการบูรณาการของการเรียนแบบออนไลน์ และการเรียนการสอนในชั้นเรียน ผลการวิจัยพบว่า นิสิตที่เรียนแบบผสมผสานมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับสูง ได้แก่ การนำเสนอบทเรียนที่น่าสนใจ และการทำให้เพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ที่สูงขึ้นนั้น เป็นผลจากการบูรณาการการเรียนรู้แบบออนไลน์เข้ากับการเรียนการสอนในชั้นเรียนในการเรียนการสอน นอกจากนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจด้วยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เสนอความคิดเห็น มีการรายงานสรุปความเข้าใจร่วมกันในชั้นเรียนทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจร่วมกันในชั้นเรียน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาที่ถูกต้อง อีกทั้งในขั้นตอนสุดท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแผนนั้นมีการทดสอบหลังเรียน เป็นการทบทวนความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาอีกครั้ง และเห็นผลได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบผสมผสาน เรื่อง พระธรรม นั้น ทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมของทุกส่วนที่มีการวางแผนตามขั้นตอนอย่างเป็นกระบวนการ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเนื่องมาจากมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพช่วยให้นักเรียนมีความรู้เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ อันเนื่องมาจาก

2.1 กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ มีการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน โดยการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วยการเผชิญหน้าและศึกษาบนเว็บไซต์ จึงแบ่งผู้เรียนได้อย่างเป็นสัดส่วนเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถรู้ได้ตามความถนัดและความสามารถของแต่ละคนและผู้เรียนสามารถช่วยเหลือกัน โดยนักเรียนร่วมกันรับผิดชอบศึกษาค้นคว้า และมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ตรวจสอบความถูกต้องร่วมกันในกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มช่วยเหลือกัน ทั้งยังช่วยพัฒนาความเชื่อมั่น ความศรัทธาในเรื่องของธรรมะ ยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและช่วยส่งเสริมบรรยากาศในการเรียน การทำงานร่วมกัน ทำให้นักเรียนมีวิสัยทัศน์หรือมุมมองในการปรับตัวในสังคมดีขึ้น นอกจากนั้นการดำเนินการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่ง Khemmani (2012, p. 120) ได้ให้ความหมายว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นตัวตั้ง โดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับผู้เรียนและประโยชน์สูงสุดที่ผู้เรียนควรจะได้รับ และมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนอย่างตื่นตัวและได้ใช้กระบวนการเรียนรู้ต่างๆ อันจะนำผู้เรียนไปสู่การเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบผสมผสานระหว่างกิจกรรมแบบออนไลน์และกิจกรรมในชั้นเรียน มีจำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานนี้ทำให้ผู้เรียนสามารถ

แก้ปัญหาในการศึกษาได้ โดยเฉพาะในทางการเรียนรู้แบบออนไลน์ (Online) นักเรียนสามารถเข้าถึงสื่อที่มีมาตรฐานและหลากหลาย ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และทบทวนบทเรียนด้วยตนเองอย่างอิสระตามระดับความสามารถแต่ละคน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนถาม-ตอบ กับผู้สอนได้ตลอดเวลาบรรยากาศการเรียนรู้จึงมีลักษณะผ่อนคลาย ทำให้ผู้เรียนกล้าที่จะซักถามหรือขอคำแนะนำจากผู้สอน เป็นการสร้างความมั่นใจ ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน และมีเจตคติที่ดีต่อหลักสูตร ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Chantape and Tummata (2011, p. 146); Rungcharoeankiat (2014, p. 230) ที่พบว่า การเรียนด้วยรูปแบบการเรียนแบบผสมผสาน ที่มุ่งเน้นให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และทำงานเป็นทีม เป็นการสร้างแรงจูงใจที่ดีต่อการเรียน ซึ่งส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น จากการทดสอบเก็บคะแนนในการจัดกิจกรรมตามแบบแผนการเรียนรูปแบบผสมผสานเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม ให้นักเรียนรู้ผลอย่างรวดเร็ว เป็นการเสริมแรงบวกที่มีผลให้นักเรียนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นช่วยเหลือกันมากขึ้น จึงส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความรู้หลังเรียนดีกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับจิตวิทยาการเรียนการสอนเกี่ยวกับหลักการสร้างแรงจูงใจในการเรียนว่า การทดสอบก่อนและหลังคะแนนจากการสอบจะเป็นสิ่งจูงใจ มีความหมายกับนักเรียนอย่างต่อเนื่อง และสม่ำเสมอทำให้นักเรียนตื่นตัวในการเรียน เอาใจใส่จริงจังส่งผลต่อการเรียนของนักเรียนอีกด้วย (Phanmanee, 1999)

3. ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการใช้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เท่ากับ 0.6154 หรือ คิดเป็นร้อยละ 61.54 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น ทั้งนี้มาจากนักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้และลงมือทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสาน ทั้ง แบบออนไลน์และแบบเผชิญหน้าชั้นเรียน ส่งเสริมให้เกิดความรู้ความเข้าใจ การคิด การวิเคราะห์ในเรื่องหลักธรรมทางพระพุทธศาสนาได้ยิ่งขึ้น

3.1 ในพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เริ่มแรกคะแนนทดสอบก่อนเรียนของนักเรียนที่ทดลองอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เพราะยังมีความสามารถที่ต่างระดับกันและเมื่อมีการจัดเข้ากิจกรรมการเรียนรู้แล้ว จะเห็นได้ว่ามีนักเรียนมีความเข้าใจ มีความร่วมมือในกลุ่มช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทั้งการสืบหาข้อมูลทางออนไลน์ และคำแนะนำจากผู้สอนได้อย่างเหมาะสม ผู้เรียนก็สามารถเรียนรู้และบรรลุจุดประสงค์ของการเรียนรู้และส่งผลให้นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการเรียนแบบผสมผสาน ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บไซต์ มีระดับคะแนนทดสอบหลังเรียนที่สูงกว่าก่อนเรียนซึ่งสอดคล้องกับคำนิยามของ Poon (2012) ได้ให้คำนิยามไว้ว่า การเรียนแบบผสมผสานเป็นการรวมการเรียนรู้แบบเผชิญหน้ากัน (Face-to-Face) กับการเรียนรู้แบบออนไลน์ (Online) เข้าด้วยกัน โดยมุ่งหวังที่จะเติมเต็มซึ่งกันและกันเพื่อสนับสนุนและเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Poommarin (2007) ได้พัฒนาบทเรียนผ่านเว็บแบบผสมผสานวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง “อายุทางธรณีวิทยา ซากดึกดำบรรพ์และการลำดับชั้นหิน” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ช่วงชั้นที่ 4) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนบนเว็บแบบผสมผสานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 คะแนนทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลองอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เพราะนักเรียนยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมา หรือเคยเรียนแต่จำไม่ได้หมด บางคนมาจากต่างถิ่นที่นอกพื้นที่ ฐานความรู้เดิมไม่เท่ากันคะแนนแต่ละบุคคลจึงมีความแตกต่างกัน หลังเรียนของกลุ่มทดลองอยู่ในเกณฑ์ระดับสูงกว่าก่อนเรียนแสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น คะแนนทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนจึงแตกต่างกันมาก ถือได้ว่าแผนการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน มีประสิทธิภาพช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนาได้จริง

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ผู้สอนที่จะนำกิจกรรมการเรียนแบบผสมผสานนี้ไปใช้ควรศึกษาองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบให้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง

1.2 ผู้สอนต้องมีการผสมผสานการสอนแบบเผชิญหน้าและการสอนแบบออนไลน์ ที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอนฯ ไปใช้ ควรปฏิบัติให้ครบทุกรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นๆ ว่ามีผลต่อการเรียนรู้วิชาพระพุทธศาสนาเช่น การพัฒนาสื่อประเภทอื่นๆ การใช้กระบวนการเรียนแบบเชิงรุก การเรียนแบบเน้นประสบการณ์ เป็นต้น

References

- Chantape, W., & Tummata, T. (2011). The development of blended training model with team learning to develop competency in instructional design with interdisciplinary integration model for elementary school teachers. *Silpakorn Educational Research Journal*, 3(1), 135 - 149. [in Thai]
- Khemmani, T. (2012). *Science teaching: Knowledge for the learning process effective*. Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- Khlaisang, J., & Koraneekit, P. (2009). Pedagogy-based hybrid learning: From concept to practice. *Journal of Education*, 38(1), 93-108. [in Thai]
- Ministry of Education. (2008). *Indicators and learning content central core for work learning Careers and technology B.E. 2551*. Bangkok: Odeon Store. [in Thai]
- Phanmanee, A. (1999). *Education psychology*. Bangkok: Ton Or 1999. [in Thai]
- Phisitbanagon, N. (2006). *The effect of learning experiences by discoveries on science process skills of preschool children by using mental and teaching activities* (Master thesis). Songkhla: Prince of Songkla University. [in Thai]
- Poommarin, C. (2007). *The Development of web based blended learning on science: Geological age, fossils and stratigraphy for the high school students (Level of education)*. Bangkok: Silpakorn University. [in Thai]
- Poon, J. (2012). Use of blended learning to enhance the student learning experience and engagement in property education. *Property Management*, 30(2), 129-156.
- Rodniam, N. (2011). *A development of blended learning model using research-based learning to encourage the scientific mind for undergraduate students* (Doctoral dissertation). Phitsanulok: Naresuan University. [in Thai]
- Rungcharoeankiat, T. (2014). *Development of blended learning instructional model using 4 mat system to enhance analytical thinking ability of Rajabhat University students' multiple intelligences* (Doctoral dissertation). Bangkok: Silpakorn University. [in Thai]
- SLOAN-C. (2005). *Growing by Degrees Online Education in the United States*. The consent of the Sloan Consortium. USA: The Sloan Consortium (Sloan-C).
- Tangchitsomkit, W. (1991). *Education and being a Thai teacher*. Bangkok: O.S. Printing House. [in Thai]

บทความวิจัย (Research Article)

การออกแบบสนามแข่งขันหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

DESIGN OF ROBOT ARENA FOR STEM EDUCATION PROMOTION

Received: April 20, 2021

Revised: November 23, 2021

Accepted: December 14, 2021

อรช กระแสนินทร์^{1*}Aracha Krasae-in^{1*}¹คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์¹Faculty of Architecture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: aracha.kr@ku.th

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) ศึกษาการออกแบบสนามแข่งขันหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ และ 2) เพื่อศึกษาผลจากการออกแบบที่ทำให้เกิดการเรียนรู้กับผู้เข้าแข่งขันตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยทำการศึกษาระบบการออกแบบ และสัมภาษณ์นักเรียนที่เข้าร่วมแข่งขันในกิจกรรมการแข่งขันหุ่นยนต์ KidBright AI Bot ที่จัดโดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ซึ่งผลการวิจัย พบว่า รูปแบบของสนามแข่งขันหุ่นยนต์ที่ได้จากการศึกษานั้น ส่งผลในทางบวกต่อสะเต็มศึกษา ผู้เข้าร่วมแข่งขันเห็นว่าการออกแบบสนามแข่งขันสร้างความท้าทายด้วยกติกาและรูปแบบของอุปสรรคที่ผู้แข่งขันต้องหาทางผ่านในแต่ละอุปสรรค และสร้างความพึงพอใจด้วยรูปแบบของสนามแข่งขัน ซึ่งผลที่ได้นั้นจะเป็นแนวทางในประยุกต์การออกแบบการพัฒนาการแข่งขันหุ่นยนต์และโจทย์สำหรับการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาด้วยหุ่นยนต์ต่อไป

คำสำคัญ: กระบวนการออกแบบ หุ่นยนต์เพื่อการศึกษา สะเต็มศึกษา

Abstract

The aim of this research was 1) to study the design of the track for robot competition in STEM education, and 2) to study the effect of the track design to the STEM education by interviewing the participants of the KidBright AI Bot robot competition hosted by National Electronics and Computer Technology Center. The result shown that design of the competition's track created the positive effect to the STEM education. The participants expressed the challenge from the rules and obstacles, and the satisfaction from the visual design. The outcome of the research could be the guideline for applying design into robot competition for STEM education and development of the STEM education program with robot in the future.

Keywords: Design Process, Educational Robot, STEM education

บทนำ

นโยบาย Thailand 4.0 ต้องการให้ประเทศขับเคลื่อนด้วยเศรษฐกิจที่เกิดจากนวัตกรรมและองค์ความรู้โดยเฉพาะทางด้านเทคโนโลยี (Office of the Official Information, 2017) เป็นผลให้มโนนโยบายปฏิรูประบบการศึกษาและก้าวสู่ “การศึกษา 4.0” เพื่อพัฒนาและยกระดับคุณภาพของทรัพยากรของประเทศ (Office of the Higher Education Commission, 2016) ที่เน้นการสร้างสมรรถนะหลายด้าน ทั้งทักษะการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์สร้างนวัตกรรม ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และปัญญาประดิษฐ์และการคิดคำนวณ รวมถึงทักษะการคิดเชิงบริหารและการสร้างสัมพันธ์ภาพระหว่างบุคคล ซึ่งสะสมศึกษา หรือ STEM Education ที่ย่อมาจากอักษรตัวแรกของ 4 สาขาวิชาพื้นฐานสำหรับนวัตกรรม ได้แก่ Science, Technology, Engineering และ Mathematics ควรถูกนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ด้วยเช่นกัน เพื่อหล่อหลอมให้เกิดความรู้ ทักษะ มุมมอง เจตคติ อย่างรอบด้าน โดยใช้หลักการการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ผู้เรียนจะมีพัฒนาการเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องที่สามารถนำไปเป็นฐานในการสร้างผลผลิตหรือนวัตกรรม ได้ในอนาคต (Kijkuakul, 2015; Chularat, 2018)

หนึ่งในเครื่องมือการเรียนรู้ด้านสะเต็มศึกษาคือการใช้หุ่นยนต์เพื่อเสริมการเรียนรู้ โดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ หรือ NECTEC ได้พัฒนาหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการเรียนรู้ KidBright AI Bot ที่ชื่อว่า “ขนมชั้น” เพื่อสอนปัญญาประดิษฐ์ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์ ตั้งแต่การเก็บข้อมูล การติดป้ายกำกับ การสร้างโมเดล ไปจนถึงการประยุกต์ใช้โมเดลผ่านการสร้างชุดคำสั่งแบบบล็อก (NECTEC, 2016) รวมถึงจัดกิจกรรม “รวมพลคน KidBright” ซึ่งเป็นกิจกรรมการแข่งขันหุ่นยนต์เพื่อการศึกษาโดยมีผู้เข้าร่วมแข่งขันจากโรงเรียนทั่วประเทศ

สำหรับการจัดงานในปี 2564 ทางคณะผู้จัดงานมีแนวคิดของกิจกรรมการแข่งขันการบังคับหุ่นยนต์เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การใช้ปัญญาประดิษฐ์กับหุ่นยนต์ (NECTEC, 2021) และมีความมุ่งหมายที่จะทำให้นักเรียนที่เข้าร่วมการแข่งขันเกิดการเรียนรู้และความสนุก และสามารถเป็นกรณีต้นแบบที่จะนำไปปรับปรุงกับการจัดกิจกรรมการแข่งขันหุ่นยนต์ หรือเป็นโจทย์สำหรับการเรียนด้านหุ่นยนต์ต่อไปได้ จึงกรอบของงานออกแบบสนามแข่งขันหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ทำงานออกแบบการแข่งขันโดยมีสนามเป็นเครื่องมือในการกำหนดกติกาและรูปแบบการแข่งขัน และใช้องค์ประกอบทัศนศิลป์ อันได้แก่รูปร่าง รูปทรง สี และผิวสัมผัสสร้างประสบการณ์เพื่อให้กระตุ้นการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาการออกแบบสนามแข่งขันหุ่นยนต์ KidBright สำหรับกิจกรรมรวมพลคน KidBright
2. เพื่อศึกษาผลจากออกแบบที่ทำให้เกิดการเรียนรู้กับผู้เข้าแข่งขันตามแนวทางสะเต็มศึกษา

วิธีการวิจัย

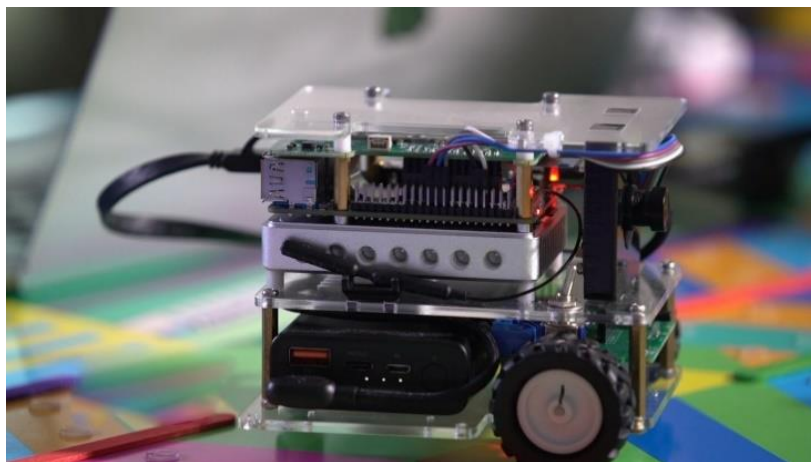
การวิจัยครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้กระบวนการออกแบบและพัฒนา (Ulrich and Eppinger, 2015) และการออกแบบสนามแข่งขันหุ่นยนต์ (Gonçalves et al., 2012) แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนสร้างแนวคิดเบื้องต้น ประกอบด้วย การพัฒนาโจทย์ออกแบบ การค้นคว้าและร่างแนวคิด ซึ่งการดำเนินงานในขั้นตอนนี้ มีกระบวนการของการพัฒนาแบบของสนามแข่งขันดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาโจทย์ออกแบบ โดยทำงานร่วมกันระหว่างผู้วิจัยกับคณะทำงานของกิจกรรมการแข่งขันหุ่นยนต์ จาก NECTEC เพื่อรับรายละเอียดการจัดงาน โดยสรุปเป็นประเด็นดังนี้

ตาราง 1 โจทย์ในการออกแบบ

ประเด็น	รายละเอียด
พื้นที่แข่งขัน	ห้องประชุม วางสนามแข่งขันบนพื้นราบหรือบนเวทียกสูงไม่เกิน 40 เซนติเมตรเพื่อให้เห็นโดยรอบ
หุ่นยนต์	ขับเคลื่อนด้วยล้อหน้าและสั่งเสียโดยการหมุนของล้อและมีล้อลูกบอลพุงด้านท้าย หุ่นมีกำลังขับเคลื่อนและแรงบิดน้อย สนามแข่งต้องผลิตด้วยวัสดุที่ผิวเรียบแต่ไม่ลื่น รอยต่อแผ่นต้องแนบที่สุด
วิธีแข่งขัน	ผู้ชนะด้วยการเข้าเส้นชัยด้วยเวลาที่เร็วที่สุด หรือใกล้เส้นชัยมากที่สุดในเวลาที่กำหนดเป็นผู้ชนะ
สนาม	ต้องการให้หุ่นยนต์ถอดประกอบได้ง่ายและยืดหยุ่นสามารถปรับเปลี่ยนด้านอุปสรรคได้เมื่อต้องนำไปจัดแข่งขันยังสถานที่ต่าง ๆ และมีรูปแบบเหมือนไปท่องเที่ยวทั่วประเทศ
งานออกแบบ	เนื่องด้วยมีโรงเรียนทั่วประเทศเข้าแข่งขัน จึงอยากให้สนามแข่งเปรียบเสมือนไปเที่ยวทั่วประเทศ



ภาพ 1 หุ่นยนต์ KidBright AI Bot “ขนมชั้น”

ที่มา: ผู้วิจัย

2. การค้นคว้า ผู้วิจัยได้ทำการสืบค้นแนวคิดในการแข่งขันหุ่นยนต์และงานออกแบบการแข่งขันหุ่นยนต์ ได้แก่

2.1 หุ่นยนต์ในสะเต็มศึกษา การใช้หุ่นยนต์ในสะเต็มศึกษามีตั้งแต่ช่วงต้นศตวรรษที่ 21 อาทิ LEGO Mindstorm ที่สร้างการเรียนรู้โดยการประกอบและเขียนคำสั่งหุ่นยนต์ (Klassner, 2002) ซึ่งการประยุกต์ใช้หุ่นยนต์เพื่อสะเต็มศึกษาทำให้กระตุ้นการเรียนรู้จากการสร้าง แก้ไขปัญหา ค้นพบแนวทางใหม่ของการคำตอบประเด็นปัญหา (Zosh et al., 2013) ซึ่งการนำหุ่นยนต์มาใช้ในการเรียนสะเต็มศึกษาควรพิจารณา 7 ประการ ได้แก่ 1) บทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง 2) การกำหนดวัตถุประสงค์อย่างมีเป้าหมาย 3) การทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ 4) การสร้างโอกาสอย่างเหมาะสม 5) การทำงานประสานร่วมกัน 6) การบูรณาการองค์ความรู้ และ 7) การสร้างความท้าทาย (Phengphan et al., 2021) โดยเน้นการสร้างความรู้ทางวิศวกรรม ระบบทางกล ระบบอิเล็กทรอนิกส์และวงจรไฟฟ้า และระบบควบคุม และสามารถบูรณาการองค์ประกอบนั้นได้ (Bureau of Educational Innovation Development, 2009)

ในขณะเดียวกันการแข่งขันหุ่นยนต์มีรายละเอียดที่แตกต่างจากการใช้หุ่นยนต์เพื่อสะเต็มศึกษา โดยผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นผู้เข้าแข่งขันคือการสร้างเจตคติ ที่เกิดจากการเข้าร่วมกิจกรรม โดยการศึกษาการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีจากการแข่งขัน Robocup Junior (Sklar et al., 2000) ซึ่งภายหลังได้ศึกษาเพิ่มเติมพบว่านักเรียนที่ผ่านกิจกรรมการแข่งขันดังกล่าว มีความสนใจต่อการเรียนด้านสะเต็มสูงขึ้น และมีผลการเรียนรู้ด้านสะเต็มศึกษาเพิ่มขึ้นด้วย (Eguchi, 2016) ซึ่งเจตคติที่มีผลอย่างมากต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ สามารถสร้างขึ้นซึ่งสามารถสร้างด้วย การมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับเครื่องมือทางเทคโนโลยี การสร้างความยืดหยุ่นในเนื้อหาวิชา ความท้าทาย ความสร้างสรรค์ ความแปลกใหม่ และการแก้ปัญหาอย่างมีความหมายของบทเรียน (Siripatrachai, 2013)

2.2 การค้นคว้าเพื่อการออกแบบ ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์คณะกรรมการแข่งขันถึงรูปแบบการแข่งขัน สถานที่ ข้อจำกัด และความต้องการสำหรับพิเศษของสนามแข่งขัน การศึกษาการออกแบบการแข่งขันที่มีมาที่ต้องการให้เกิดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โดยเฉพาะทางด้านวิศวกรรมและการแก้ปัญหา ดังในภาพที่ 2 และสามารถสรุปเป็นประเด็นดังต่อไปนี้

ตาราง 2 ประเด็นด้านการออกแบบ

ประเด็น	รายละเอียด
สนามแข่งขันหุ่นยนต์	เป็นสนามแบบเปิด รูปแบบการแข่งขัน
วิธีแข่งขัน	1) ความเร็วของการวิ่งในสนาม 2) ควบคุมให้ทำงานตามสั่ง 3) ชัดขวางคู่แข่ง
รูปแบบ	ด้านความงามอยู่น้อย หรือเน้นการแสดงภาพลักษณ์ทางด้านงานประดิษฐ์หรือเทคโนโลยีมากกว่า หากมีการตกแต่งก็จะเป็นส่วนประกอบของวัสดุชิ้นส่วนทางวิศวกรรม มีสีน้อย ไม่สดใส



ภาพ 2 กรณีศึกษาการแข่งขันหุ่นยนต์

ที่มา: <https://robothon.org/rules-walking-robot-race>

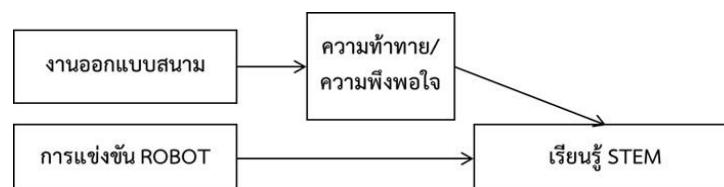
3. ร่างแนวคิด ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ความต้องการและเงื่อนไขจากคณะกรรมการแข่งขัน และประมวลการสืบค้นพัฒนาแนวคิด ซึ่งทำให้ได้กรอบแนวคิดเพื่อการพัฒนาแบบ โดยเน้นการสร้างประสบการณ์ของการแข่งขันหุ่นยนต์ เพื่อให้เกิดความรู้สึกท้าทาย และความพึงพอใจต่อกิจกรรม ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตาราง 3 กรอบแนวคิดการออกแบบ

ประเด็น	รายละเอียด
โครงสร้างสนาม	สนามแข่งขันควรมีลักษณะเป็น Modular หรือเป็นชิ้นส่วนที่มีขนาดเท่า ๆ กัน สามารถถอดประกอบหรือเชื่อมต่อกันได้ไม่ยาก หรือเป็นแผ่นเรียบที่มีขนาดเท่า ๆ กัน
งานออกแบบ	สร้างความตื่นเต้นด้วยอุปสรรคหรือส่วนประกอบ ควรมีสีสันที่จัดจ้าน (Vibrant) ดึงดูดสายตาคนและเมื่อถ่ายรูปแล้วมีสวยงามด้วยสี สดสวย และองค์ประกอบของอุปสรรคที่ดูน่าสนใจ
อุปสรรค	ลักษณะของอุปสรรคนั้น แม้ว่าจะเน้นการทดสอบการบังคับ แต่ก็ให้มีแนวทางการแก้ปัญหาให้ผ่านอุปสรรคได้ในแบบต่าง ๆ กัน

จากกรอบแนวคิด และการศึกษางานออกแบบการแข่งขันหุ่นยนต์ พบว่ารูปแบบของการแข่งขันหุ่นยนต์ดังในภาพ 2 จะเน้นไปที่หลักการทำงานและเหมือนเครื่องมือวิศวกรรม จึงนำแนวคิดของ การแทรกแซง หรือ Intervention ซึ่งหมายถึงวิธีการ

กระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะเป็นทางด้านพฤติกรรม ความคิด หรือความรู้สึก ซึ่งถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย ในศาสตร์แขนงต่างๆ อาทิ การแพทย์ สังคมศาสตร์ เป็นต้น รวมถึงได้นำแนวคิดมาประยุกต์ในการออกแบบ ที่นี่ยามการแทรกแซงที่เปลี่ยนแปลงสภาพที่มีอยู่เดิมด้วยผลงานและกระบวนการออกแบบ ซึ่งเมื่อนำมาใช้ในงานออกแบบสนามแข่งขันหุ่นยนต์ การออกแบบ จึงต้องสร้างการแทรกแซง เพื่อกระตุ้นความท้าทาย เกิดความสนุก ความพึงพอใจ ซึ่งจะเป็นปัจจัยทางบวกต่อการเรียนรู้ของผู้เข้าแข่งขันในที่สุด (Compiranont, 2019)



ภาพ 3 ปัจจัยที่ส่งผลการเรียนรู้สะเต็มของการแข่งขันหุ่นยนต์

ในการสังเคราะห์งานออกแบบ ผู้วิจัยได้นำเอาภาพของเกม Fall Guys ซึ่งเป็นเกมออนไลน์ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในช่วงเวลาปี 2020 และได้รับคำวิจารณ์ในด้านการออกแบบและความคิดสร้างสรรค์ของอุปสรรคต่างๆ (Sottek, 2020; Park & Favis, 2020) มาเป็นแรงบันดาลใจและเป็นกรณีศึกษาการออกแบบสนามแข่งขัน ทั้งลวดลาย การใช้สี และอุปสรรคที่นำมาติดตั้งดังในภาพ 4



ภาพ 4 เกม Fall Guys

ที่มา: <https://fallguys.com/rounds/jump-club>

เมื่อนำมาพิจารณาพร้อมกับความต้องการของคณะผู้จัดการแข่งขัน ทั้งในด้านความตื่นเต้นของกิจกรรม ความยืดหยุ่นของสนามแข่งขันที่ปรับได้ และแนวคิดที่ให้การแข่งขันเปรียบเหมือนการเดินทางท่องเที่ยวทั่วประเทศ ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอแนวคิดของงานออกแบบ โดยออกแบบสนามเป็นขั้นหรือแผ่น ขนาดแผ่นละ 80x80 เซนติเมตร โดยด่านอุปสรรคจำนวน 10 ด่าน สามารถจัดเรียงต่อได้ตามความเหมาะสมของสถานที่หรือความต้องการใช้งานสนามแข่งขัน และกำหนดแนวคิดของการออกแบบอุปสรรคยังเน้นการสร้างการฝึกฝนและเรียนรู้ผ่านการแข่งขันในส่วนที่เกี่ยวข้องสะเต็มศึกษาโดยเฉพาะกับทางด้านวิศวกรรม โดยมีแนวคิดดังต่อไปนี้ โดยมีรายละเอียดของรายการอุปสรรคดังตาราง 4 และแบบร่างสนามในภาพ 5

ตาราง 4 รายการอุปสรรค

รายการอุปสรรค	รายละเอียดและการบังคับ	การฝึกและเรียนรู้
1. ด้านสะพานทางชมพู	ผู้เล่นบังคับหุ่นยนต์ขึ้นทางลาดและขึ้นสะพานรูปทรงมาจากสะพานทางชมพู จังหวัดลำปาง	คำสั่งทิศทาง
2. ถ้ำหลวงขุนน้ำนางนอน	ด้านเข้าถ้ำ เป็นกล่องมีทางเข้าถ้ำกว้างภายในแคบลง และทางออกออกได้ทีละ 1 ตัว ผู้เล่นต้องบังคับหุ่นให้ออกจากทางที่แคบ	คำสั่งทิศทาง การแก้ปัญหา
3. ทะเลแหวก	ด้านจำลองทะเลแหวกเป็นแนวโค้ง ผู้เล่นต้องบังคับหุ่นให้เดินผ่านทางโค้ง	คำสั่งทิศทาง
4. ตลาดน้ำดำเนินสะดวก	ด้านหลบลูกอุปสรรค ที่เป็นทางเดินแคบสองข้าง ผู้เล่นต้องบังคับหุ่นหลบลูกคิดขวาง	คำสั่งทิศทาง
5. วงเวียนเจดีย์ไอ้ไข่	ด้านรูปจำลองไอ้ไข่ ผู้เล่นต้องบังคับหุ่นยนต์ให้หมุนรอบวงเวียน 1 รอบ	คำสั่งทิศทาง
6. วงกตเขาใหญ่	ด้านวงกต เส้นทางแยกออก ถ้าเลือกได้ถูกต้องจะได้เส้นทางที่สั้นกว่า วิ่งข้ามไม่ได้ ผู้เล่นต้องวางแผนการเดินและบังคับหุ่นให้เลี้ยวตามทางวงกต	คำสั่งทิศทาง การแก้ปัญหา
7. กังหัน สทิงพระ	ด้านอุปสรรคใบพัดขวางหุ่นยนต์เมื่อเดินผ่าน แต่จะไปปิดหุ่นตัวอื่นที่ตามมาได้	คำสั่งทิศทาง
8. หุ่นท้าวแสนปี	อุปสรรคดอกทานตะวันกีดขวาง ผู้เล่นต้องบังคับหุ่นหลบลูกคิดไม้ และไปตามทาง	คำสั่งทิศทาง
9. ไร่ชาแม่สะลอง	ด้านอุปสรรคให้ผู้เล่นต้องบังคับหุ่นไปทางขวาตามแนวทางที่กำหนด ไม่ชนอุปสรรค	คำสั่งทิศทาง การคุมกำลัง
10. สามพันโบก	ด้านลูกกระนาบ ผู้เล่นต้องวางแผนบังคับหุ่นวิ่งตรงและเร็วพอที่จะข้ามลูกกระนาบ	คำสั่งทิศทาง ควบคุมกำลัง

ขั้นตอนที่ 2 ดำเนินการพัฒนาแบบ จัดทำต้นแบบ และทดสอบก่อนการนำไปใช้จริง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาแบบ หลังจากแนวคิดของสนามแข่งขันได้รับการตกลงให้ดำเนินการต่อ ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบร่างมาเป็นแบบและหุ่นจำลอง โดยทำเป็นหุ่นจำลองที่ใช้กระดาษ มีมาตราส่วน 1:5 ของขนาดจริง เพื่อให้นำเสนอแก่คณะผู้จัดการแข่งขันในการพิจารณาดำเนินการและปรับแก้ไข โดยเป็นไปตามภาพที่ 6 ทางด้านล่าง และได้ทำการปรับแก้อุปสรรคตามข้อเสนอของคณะผู้จัดงาน ดังในตาราง 5



ภาพ 5 หุ่นจำลองแนวคิดสนามแข่งขัน

ที่มา: ผู้วิจัย

ตาราง 5 การปรับแก้อุปสรรค

รายการอุปสรรค	รายละเอียดการปรับแก้
1. ด้านสะพานทางลมพู่	ไม่มีการทำทางลาด เพราะแรงของหุ่นยนต์ไม่พอจะขึ้นทางลาด
2. ถ้ำหลวงขุนน้ำนางนอน	ให้ถ้ำใ้ทั้งหมด ไม่มีส่วนบังเพื่อเอื้อในการติดตามถ่ายทอดสด
3. วงเวียนเจดีย์ไอ้ไข่	เปลี่ยนเป็นเสาธง KidBright เพื่อป้องกันการลบหลู่สิ่งศักดิ์สิทธิ์
6. วงกตเขาใหญ่	ปรับด้านให้ง่ายขึ้น เพราะหุ่นใช้เวลาในการเลี้ยง
9. ไร่ชาแม่สะลอง	ปรับด้านให้ง่ายขึ้น แต่ใส่อุปสรรคเพื่อบังคับการเดินของหุ่น
10. สามพันโบก	ปรับลูกระนาดให้เล็กลงและให้หุ่นยนต์เดินผ่านได้ง่ายขึ้น

2. การทดสอบ ผู้วิจัยได้นำแบบที่ปรับแก้และพัฒนาเป็นแบบรายละเอียด จัดทำเป็นต้นแบบโดยใช้วัสดุจริง เพื่อนำหุ่นยนต์ที่จะใช้ในการแข่งขันมาทดสอบ เพื่อหาจุดที่ต้องปรับ และทดสอบแผนการเล่นตามกติกาที่ได้วางแผนไว้แต่แรก โดยผลของการทดสอบมีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสนามแข่งขันดังต่อไปนี้

ตาราง 6 การทดสอบสนาม

เงื่อนไขทดสอบ	วิธีการทดสอบ	ผลการทดสอบ
1. ความยากของอุปสรรค	จับเวลาการวิ่งผ่านอุปสรรค	มีด้านที่ผ่านไม่ได้ หรือใช้เวลานานเกินไป
2. รอยต่อของแผ่น	ทดสอบวิ่งผ่านรอยต่อแผ่น	รอยต่อไม่เป็นปัญหาต่อการวิ่ง
3. ความเหมาะสมของพื้นผิว	จับเวลาการวิ่งตรง	วัสดุเหมาะสม หุ่นยนต์ออกตัววิ่งได้
4. การติดตั้ง	ทดลองประกอบ ติดตั้ง และยกออก	สามารถติดตั้งได้ง่าย ไม่ต้องใช้ความชำนาญ และสามารถประยุกต์กับพื้นที่ได้หลากหลาย ทั้งห้องขนาดใหญ่ หรือแนวยาว

และก่อนการแข่งขัน มีการปรับรูปแบบสนามแข่งขันโดยการแบ่งรอบของการแข่งขันออกเป็นสองรอบ และแบ่งสนามจากเดิมมี 10 อุปสรรค ให้ลดเหลือ 5 อุปสรรค ที่แตกต่างกันในรอบแรกและรอบสุดท้าย โดยเป็นไปตามแนวคิดของความยืดหยุ่นที่วางไว้ตั้งแต่ต้นของการออกแบบ ซึ่งผู้วิจัยได้จัดทำสนามแข่งขันและอุปกรณ์ประกอบ และได้นำไปติดตั้ง บ้านวิทยาศาสตร์สิรินธร อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ดังในภาพ 7 ก่อนการแข่งขัน 1 วัน เพื่อให้ผู้แข่งขันมีโอกาสฝึกซ้อมและปรับปรุงชุดคำสั่งการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้เหมาะสมกับสนาม



ภาพ 6 ภาพสนามแข่งขัน

ที่มา: ผู้วิจัย

ขั้นตอนที่ 3 การนำไปใช้จริง โดยนำสนามแข่งขันที่ผลิต ไปติดตั้ง ณ พื้นที่แข่งขัน เพื่อให้ผู้เข้าแข่งขันได้ซักซ้อมก่อนการแข่งขันจริง โดยจัดเวลาการซ้อมให้กลุ่มละ 1 ชั่วโมง เพื่อซ้อมบังคับและปรับคำสั่งบังคับหุ่นยนต์ให้เหมาะสมกับอุปสรรคของสนาม โดยการเขียนโปรแกรมและป้องกันเสียงควบคุมให้แก่ระบบปัญญาประดิษฐ์ และทำการแข่งขันจริงในวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 โดยผู้ชนะการแข่งขันได้แก่ผู้เข้าร่วมจากโรงเรียนเกษตรสมบูรณ์วิทยาคม จังหวัดชัยภูมิ ซึ่งผู้วิจัยทำการบันทึกกระบวนการและการสอบถามผู้เข้าร่วมแข่งขันเพื่อประเมินการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา



ภาพ 7 ภาพบรรยากาศการแข่งขัน

ที่มา: <https://www.kid-bright.org/kidbright>

ผลการวิจัย

1. การเรียนรู้ในขั้นตอนของการทดสอบ โดยจากการสังเกตการณ์การซ้อมของผู้เข้าแข่งขัน พฤติกรรมของผู้เข้าแข่งขันที่แสดงถึงการเรียนรู้เกิดขึ้นในการทดสอบหุ่นกับสนาม และปรับแก้ไขวิธีการบังคับหุ่น โดยมีลักษณะดังต่อไปนี้

- 1.1 ศึกษารูปแบบของอุปสรรคที่นำมาเป็นด่านในการแข่งขัน
- 1.2 นำหุ่นมาทดสอบผ่านอุปสรรคโดยใช้ชุดคำสั่งเดิม
- 1.3 เมื่อเกิดปัญหา จะแก้ไขด้วยปรับวิธีการสั่งควบคุม แต่ยังใช้ชุดคำสั่งเดิม
- 1.4 เมื่อไม่สามารถผ่านอุปสรรคได้ หรือผ่านได้ช้า มีการปรับชุดคำสั่งเพื่อให้การบังคับหุ่นเหมาะสมกับสภาพของสนาม อาทิ การเพิ่มจำนวนรอบในการสั่งเดินหน้าต่อครั้ง การเพิ่มและลดการหมุนเพื่อการสั่งซ้าย-ขวาหัน การเพิ่มคำสั่งถอยหลัง

2. การเรียนรู้ในการแข่งขัน เป็นการทำงานบังคับหุ่นในสถานการณ์แข่งขันที่มีคู่แข่งและมีเวลาเป็นข้อจำกัด ซึ่งผู้เข้าแข่งขันแม้ว่าจะฝึกกับอุปสรรคมาแล้ว แต่เมื่ออยู่ในการแข่งขันก็มีอุปสรรคที่สร้างปัญหาทำให้ผ่านไปได้ยากหรือไม่ได้เลย โดยจากการสังเกตในการแข่งขัน ลักษณะของการแก้ไขปัญหากับอุปสรรคสามารถสรุปได้ดังในตารางต่อไปนี้

ตาราง 7 ผลการบังคับผ่านอุปสรรค

รายการอุปสรรค	ผลการบังคับ	การแก้ไขปัญหา
ถ้าหลวงขุนน้ำนางนอน	บังคับผ่านได้ แต่ทำเวลาได้ช้ากว่าที่ประเมิน	ปรับการบังคับทิศทาง
สามพันโบก	ควบคุมกำลังหุ่นได้แต่มีปัญหาในหลายทีม	ปรับกำลังขับ เพิ่มระยะวิ่งเพื่อให้ผ่านอุปสรรค
ทะเลแหวก	บังคับผ่านได้	-
ทุ่งทานตะวัน	บังคับผ่านแต่มีปัญหาในการผ่านอุปสรรค	ปรับการบังคับทิศทาง
ตลาดน้ำดำเนินสะดวก	บังคับผ่านได้	-
กังหัน สหิงพระ	ผ่านได้ แต่มีชนกับอุปสรรคข้าง	ปรับการบังคับทิศทาง ถอยหลังเพื่อเริ่มต้นใหม่
ด่านสะพานท้าวหมพู	บังคับผ่านได้	-
วงกตเขาใหญ่	สามารถผ่านได้ แต่ทำได้ช้ากว่าที่ประเมิน	ปรับการบังคับทิศทาง
วงเวียนเสาธง	บังคับให้ผ่านลำบาก	ปรับการบังคับทิศทาง
ไร่ชาแม่สะลอง	สามารถผ่านได้ แต่ทำได้ช้ากว่าที่ประเมิน	ปรับการบังคับทิศทางและเพิ่มแรงจากรยะวิ่ง

3. การประเมินความพึงพอใจ โดยภายหลังการแข่งขัน ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ผู้เข้าร่วมแข่งขัน โดยมีแบบสอบถามเพื่อสำรวจความพึงพอใจของสนามแข่งขันจากผู้เข้าแข่งขันทั้ง 8 กลุ่ม โดยใช้ Likert Scale 1 ถึง 7 โดย 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยมากที่สุด และ 7 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด ซึ่งจะได้นำมาวิเคราะห์ความรู้สึกของผู้เข้าแข่งขันกับสนามที่ได้รับการออกแบบ โดยผลการสำรวจเป็นดังต่อไปนี้

ตาราง 8 ผลสำรวจความพึงพอใจของสนามแข่งขัน

ประเด็นคำถาม	จำนวนผลคะแนน							ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	
1. รูปแบบทางทัศนศิลป์และองค์ประกอบมีความสวยงาม	-	-	-	-	2	2	4	6.25
2. อุปสรรคมีความเหมาะสม	-	-	-	-	1	4	3	6.25
3. สร้างความตื่นต่อน่าสนใจในการแข่งขันได้	-	-	-	-	1	1	6	6.625
4. สร้างความท้าทายให้ผู้แข่งขันได้	-	-	-	-	1	1	6	6.625
5. ช่วยฝึกฝนพัฒนาการเรียนรู้ทางด้านหุ่นยนต์ได้	-	-	-	-	-	2	6	6.75
6. มีความแตกต่างจากการแข่งขันหุ่นยนต์ที่ผ่านมา	-	-	-	-	-	3	5	6.625
7. ขอบงานออกแบบสนามแข่งขันหุ่นยนต์	-	-	-	-	-	2	6	6.75

นอกจากนี้ ผู้ตอบแบบสอบถามมีความเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า สนามน่าจะมีกลไกที่ขยับได้ที่เป็นแพทเทิร์นเดียวกัน สำหรับรอบชิงควรเปลี่ยนเวลา (เพิ่มเวลา) ให้เข้ากับสนามที่ยากขึ้น เวลาไม่เพียงพอในการแข่งขันที่จะสามารถนำหุ่นไปถึงจุดสุดท้ายได้ และหุ่นยนต์ควรมีล้อที่ใหญ่หรือเป็นตีนตะขาบ เพื่อให้ข้ามสิ่งกีดขวางได้

สรุปผลการวิจัย

จากการพิจารณากระบวนการและผลที่ได้จากการดำเนินงานของผู้เข้าแข่งขันกับสนามแข่งขันที่ได้รับออกแบบนั้น สามารถสรุปการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

1. ในด้านการออกแบบ โครงสร้างออกแบบสนามแข่งขันหุ่นยนต์ KidBright ดำเนินการอย่างบรรลุวัตถุประสงค์ โดยผลงานสุดท้ายเป็นไปตามแนวคิดที่ได้พัฒนาแต่แรก ผ่านการกำหนดกรอบของงานออกแบบ การพัฒนาแนวคิด การพัฒนาแบบและ

รายละเอียด และทำการผลิตนำมาใช้จริง และทำให้ผู้เข้าแข่งขันเกิดกระบวนการของการเรียนรู้ตามที่ได้ตั้งวัตถุประสงค์ของการออกแบบสนามแข่งขัน

2. การออกแบบสนามมีส่วนสร้างการเรียนรู้ทางด้านสะเต็มศึกษา โดยผลจากการออกแบบสนามแข่งขันนอกจากจะเป็นพื้นที่แสดงกระบวนการในการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมแล้ว รูปแบบของการออกแบบยังเป็นปัจจัยเสริมที่ก่อให้เกิดความท้าทาย ตื่นเต้น เกิดความพึงพอใจ และส่งผลในทางบวกต่อการเรียนรู้ของผู้เข้าแข่งขัน ที่แม้ว่าจะมีอุปสรรคจะมีความยากและมีเวลาน้อยที่จะทดสอบการปรับปรุงชุดคำสั่งก่อนแข่งขันจริง แต่ผู้แข่งขันก็มีเรียนรู้อย่างเป็นไปตามความวัตถุประสงค์ของแนวทางสะเต็มศึกษาได้

อภิปรายผล

จากการดำเนินการออกแบบ พัฒนา และนำสนามแข่งขันไปใช้งานจริง มีข้อพิจารณาดังต่อไปนี้

1. **กระบวนการออกแบบ** เป็นไปตามกระบวนการของการออกแบบที่สร้างโจทย์การออกแบบ กำหนดกรอบการทำงาน พัฒนาแนวคิดจนนำไปสู่แบบและรายละเอียดที่สมบูรณ์ โดยกระบวนการออกแบบมีส่วนร่วมกันทั้งผู้ออกแบบและผู้ใช้งานออกแบบ อย่างไรก็ตามกระบวนการออกแบบยังไม่ได้นำผู้ใช้งานอีกกลุ่ม นั่นคือ ผู้เรียนหรือผู้เข้าแข่งขัน มามีส่วนร่วมในการออกแบบเท่าที่ควร จึงส่งผลให้งานออกแบบอุปสรรคบางอย่างมีความยากลำบากเกินไปกว่าผู้แข่งขันจะบังคับให้หุ่นยนต์ผ่านไปได้จนจบตามเวลาที่กำหนด ซึ่งแม้ว่าส่วนหนึ่งจะเป็นเพราะผู้เข้าแข่งขันไม่มีเวลาหรือโอกาสในการซ่อมเท่าที่ควร แต่เพราะการออกแบบสนามแข่งขันเป็นความลับ และต้องการให้เกิดความยุติธรรมแก่ผู้เข้าแข่งขัน ซึ่งนั่นก็ทำให้ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับงานทำงานออกแบบที่ควรจะได้ในฐานะผู้ใช้หรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียไม่ครบถ้วน จึงทำให้โจทย์ของการออกแบบมาจากกลุ่มของคณะผู้จัดการแข่งขันที่เป็นผู้ออกแบบหุ่นยนต์และมีความสามารถในการบังคับหุ่นยนต์มาก่อนแล้ว หากนำทฤษฎีทางด้านการศึกษาและพฤติกรรมของผู้ใช้มาเปรียบเทียบ จะเห็นได้ว่าผลงานออกแบบจึงเป็นงานออกแบบจากกลุ่มผู้ใช้สุดโต่ง (Extreme User) ที่หมายถึงผู้ที่มีประสบการณ์สูงและอาจมีความถนัดในการใช้งานสูงมากกว่าผู้ใช้ทั่วไป (Israsena Na Ayudhya & Treerattanaphan, 2560) ซึ่งผู้ออกแบบควรได้ทำการศึกษาขีดความสามารถของผู้เรียนโดยทั่วไปมากกว่าที่ได้ทำไปแล้วหากได้ทำงานออกแบบการแข่งขันในครั้งต่อไป

2. **ผลการเรียนรู้ทางด้านสะเต็มศึกษา** การวัดผลการเรียนรู้ทางด้านสะเต็มของการแข่งขันอาจไม่สามารถวัดระดับการเรียนรู้ได้ชัดเนื่องจากเวลาที่มีจำกัดของการซ่อมและการแข่งขัน แต่ก็สามารถพิจารณาจากพฤติกรรมที่เกิดในการแข่งขัน โดยผู้เข้าแข่งขันที่ได้ทำการซ่อมกับสนามแข่งขันในวันก่อนหน้า ผู้เข้าร่วมการแข่งขันมีการเรียนรู้เมื่อได้ทดสอบสนามแข่งขัน ปรับการเขียนชุดคำสั่งของตนเองเพื่อที่จะใช้ในการแข่งขันจริงทั้งทิศทางและความเร็วเพื่อให้หุ่นของตนเองสามารถผ่านอุปสรรคไปได้ และเมื่อทำการแข่งขันก็เกิดปัญหาทำให้หุ่นไม่สามารถเดินไปตามแผนการบังคับหรือบังคับผิดพลาดซึ่งผู้เข้าแข่งขันก็ทำการปรับแก้ ทั้งหมดนี้เป็นการทำงานแก้ปัญหาตั้งแต่การวางแผนในการแข่งขันและการแก้ปัญหาในช่วงการแข่งขัน เกิดการแก้ไขปัญหาค้นพบแนวทางใหม่ของคำตอบต่อประเด็นปัญหาตามแนวทางของสะเต็มศึกษาโดย Zosh et al. (2013) และเป็นไปตามลักษณะของ Intervention ในการสร้างสภาพแวดล้อมของการแข่งขันที่กระตุ้นให้เกิดกระบวนการ และแสดงทักษะการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาอันเป็นไปตามความต้องการของการศึกษา 4.0 และสะเต็มศึกษา

3. **ประสบการณ์และความพึงพอใจในสนามแข่งขัน** จากการสัมภาษณ์ผู้เข้าร่วมแข่งขัน ผลที่ได้แสดงถึงเจตคติในทางบวกต่อกิจกรรมโดยมีผลมาจากรูปแบบของสนามแข่งขัน ที่สามารถพิจารณาได้จากคะแนนความพึงพอใจ โดยเฉพาะประเด็นในด้านการสร้างความตื่นเต้น สร้างความท้าทาย ที่แตกต่างจากการแข่งขันหุ่นยนต์ที่เคยพบเห็นหรือแข่งขันมาก่อนหน้านี้ และเมื่อได้ใช้สนามแข่งขันแล้ว ผู้ตอบก็ยังแสดงความเห็นด้วยว่าสนามสามารถช่วยฝึกฝนพัฒนาการเรียนรู้ทางด้านหุ่นยนต์ได้ ซึ่งแสดงถึงการที่สนามช่วยฝึกการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหาได้ ทำให้พิจารณาได้ว่าการออกแบบสนามแข่งขันที่มีวิธีการในการแข่งขันที่แตกต่างจากที่เคยมีประสบการณ์มาก่อนและรูปแบบของการออกแบบสนามแข่งขันที่มีสีสันและองค์ประกอบทางทัศนศิลป์ที่แตกต่าง สร้างประสบการณ์ของความพึงพอใจให้แก่ผู้เข้าแข่งขันที่กระตุ้น ท้าทาย และพิจารณาได้ว่าการออกแบบทัศนศิลป์มีส่วนเสริมในการสร้างการเรียนรู้สะเต็มศึกษาได้ ซึ่งเป็นตามแนวทางของ Intervention (Compiranont, 2019) ที่รูปแบบจากการออกแบบสร้างการแทรกแซง กระตุ้นความท้าทาย เกิดความสนุก ความพึงพอใจ ซึ่งจะเป็นปัจจัยทางบวกต่อการเรียนรู้ได้

4. ประเด็นเพิ่มเติมจากการแข่งขัน จากการทำงานออกแบบและการแข่งขันในโครงการนี้ เมื่อได้นำสนามแข่งขันติดตั้ง ณ พื้นที่จริงแล้ว ผู้วิจัยสังเกตได้ว่ามีคนที่ไม่ใช่ผู้เข้าแข่งขันให้ความสนใจเป็นอย่างมาก หากพิจารณาจากการสอบถามความพึงพอใจก็น่าจะอนุมานได้ว่ารูปแบบงานออกแบบสนามมีความแตกต่างจากสนามแข่งขันหุ่นยนต์ที่หลายๆ คนเคยเห็นมาก่อน และการออกแบบสนามก็เป็นกระบวนการที่ได้เรียนรู้การวางแผนหรือการเขียนชุดคำสั่งไปในตัว อาทิ ข้อเสนอแนะที่ต้องการให้สนามมีกลไก ดังนั้นในอนาคตหากเป็นไปได้นอกจากที่การออกแบบสนามจะเกิดจากคณะผู้จัดการแข่งขัน ก็สามารถออกแบบระบบหรือแพลตฟอร์มที่เปิดโอกาสให้นักเรียนทั่วประเทศได้มีส่วนร่วมในการออกแบบสนามแข่งขันได้เช่นกัน และเป็นการนำข้อมูลจากผู้ใช้ทั่วไปมาพิจารณาในลักษณะของ Crowdsourcing (Howe, 2006) ได้อีกทางหนึ่ง

การออกแบบในฐานะการสร้างประสบการณ์ใหม่น่าจะเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษาให้จากการกระตุ้นความสนใจและการสร้างความท้าทาย อย่างไรก็ตาม การแข่งขันหุ่นยนต์นั้นเป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นการเรียนรู้คู่ไปกับเจตคติที่เป็นผลจากความท้าทายและการได้แก้ปัญหา ซึ่งเป็นอย่างที่ได้กล่าวไปข้างต้นว่าเป็นเพียงแค่หนึ่งในประเด็นทางด้านการศึกษา 4.0 แต่การนำการออกแบบเข้ามาประยุกต์กับกิจกรรมอื่นๆ ก็เป็นประเด็นที่จะสร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้กับนักเรียน เกิดเจตคติในทางบวกต่อบทเรียน ที่มีทั้งความท้าทายและมีกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการวัดผลความพึงพอใจของสนามแข่งขันจากผู้ชมที่รับชมเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาสนามแข่งขันหุ่นยนต์ให้ได้ผลในการส่งเสริมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอีกทางหนึ่ง
2. การสร้างช่องทางการรับแนวคิดของสนามแข่งขัน หรือให้นักเรียนในโครงการ KidBright ได้ส่งแนวคิดหรือแบบของสนามแข่งขันที่นอกจากส่งเสริมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับผู้เข้าแข่งขันแล้ว ยังสร้างการมีส่วนร่วมอีกรูปแบบหนึ่งและกระตุ้นความสนใจต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนในวงกว้าง

References

- Bureau of Educational Innovation Development. (2009). *Guidelines for managing the learning in additional class of hand controlled robot*. Bangkok: National Buddhism Printing House. [in Thai]
- Chularat, P. (2018). Learning management for students in the Thailand 4.0 era. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 11(2), 2363-2380. [in Thai]
- Compiranont, P. (2018). Concept and practice of design intervention. *Journal of Fine Arts, Chiang Mai University*, 10(2), 71-92. [in Thai]
- Eguchi, A. (2016). RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 692-699.
- Eppinger, S., & Ulrich, K. (2015). *Product design and development*. McGraw-Hill Higher Education.
- Gonçalves, J., Lima, J., Costa, P., & Moreira, A. (2012). Manufacturing education and training resorting to a new mobile robot competition. In *Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing FAIM 2012*. Helsinki, Finland: Tampere University of Technology.
- Howe, J. (2006). The rise of crowdsourcing. *Wired magazine*, 14(6), 1-4. Retrieved April 12, 2021, from <https://www.wired.com/2006/06/crowds/>
- Israsena Na Ayudhya, P., & Treerattanaphan, C. (2017). *Design thinking: Learning by doing*. Bangkok: TCDC. [in Thai]
- Kijkuakul, S. (2015). STEM Education. *Journal of Education Naresuan University*, 17(2), 201-207. [in Thai]

- Klassner, F. (2002). A case study of LEGO Mindstorms™ suitability for artificial intelligence and robotics courses at the college level. In *ACM SIGCSE Bulletin*, 34(1), 8–12.
- National Electronics and Computer Technology Center (NECTEC). (2016). *KidBright: From imagination to reality*. Retrieved April 12, 2021, from <https://www.nectec.or.th/innovation/innovation-hardware-electronics/kid-bright.html> [in Thai]
- National Electronics and Computer Technology Center (NECTEC). (2021). *KidBright AI Bot online tournament*. Retrieved April 12, 2021, from <https://www.nectec.or.th/news/news-pr-news/kdc-2021.html>. [in Thai]
- Office of the Higher Education Commission. (2016). OHEC student development for Thailand 4.0. *Anusam Audomsuksa*. 43(462), 11-13. Retrieved April 12, 2021, from http://www.mua.go.th/prweb/pr_web/udom_mua/data/462.pdf [in Thai]
- Office of the Official Information. (2017). Thailand 4.0 policy, easy understanding edition. Retrieved April 12, 2021, from <http://www.oic.go.th/FILEWEB/CABINFOCENTER3/DRAWER035/GENERAL/DATA0000/00000124.PDF> [in Thai]
- Park, G., & Favis, E. (2020). "Analysis | Fifteen ideas to lift up 'Fall Guys,' the surprise hit of the summer". *The Washington Post*. Retrieved December 10, 2020, from <https://www.washingtonpost.com/video-games/2020/08/12/fall-guys-ideas/>
- Siripatrachai, P. (2013). STEM education and 21st century skills development. *Executive Journal*, 33(2) 49-56.
- Sklar, E., Johnson, J. H., & Lund, H. H. (2000). Children learning from team robotics: Robocup junior 2000. RoboCup Jr-Educational Report. Retrieved December 10, 2020, from, <http://demo.cs.brandeis.edu/papers/rcj2000-full.pdf>
- Sottek, T. C. (2020). Fall Guys is the feel-good game of the summer. *The Verge*. Retrieved Dec 10, 2020, from <https://www.theverge.com/2020/8/5/21355586/fall-guys-ultimate-knockout-pc-ps4-game>
- Zosh, J. M., Fisher, K., Golinkoff, R. M., & Hirsh-Pasek, K. (2013). The ultimate block party: Bridging the science of learning and the importance of play. In *Design, Make, Play* (pp. 113-136). New York: Routledge.

บทความวิจัย (Research Article)

ผลการใช้ชุดกิจกรรมแนะแนว เพื่อแก้ปัญหาวงจรการติดเกมของเด็กและเยาวชน

ในเขตตำบลทุ่งผาย อำเภอเมืองลำปาง จังหวัดลำปาง

THE EFFECTS OF GUIDANCE ACTIVITIES FOR SOLVING GAME ADDICTION OF YOUNG CHILDREN AND YOUTHS IN TONG FAI SUBDISTRICT MUANG LAMPANG PROVINCE

Received: March 19, 2019

Revised: October 5, 2019

Accepted: October 15, 2019

อัมเรศ เนตาสิต^{1*} พิชชา ถนอมเสียง² จิรพันธ์ เครือสาร³ นภลัย ศรีวิชัย⁴ และพงษ์ศักดิ์ บุษเนียร⁵Ammaret Netasit^{1*} Pitcha Thanomsiang² Jirapan Khruessarn³Napalai Sriwichai⁴ and Phongsak Bussniam⁵^{1,2,3,4}คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง⁵องค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งผาย^{1,2,3,4}Faculty of Education, Lampang Rajabhat University, Lampang 52100, Thailand⁵Tong Fai Subdistrict Administrative Organization, Lampang 52100, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: a.netasit@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมแนะแนวเพื่อแก้ปัญหาวงจรการติดเกมของเด็กและเยาวชน และเพื่อประเมินผลการใช้ชุดกิจกรรมแนะแนว กลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมกิจกรรมแนะแนวในชุดที่ได้พัฒนาขึ้นนั้น เป็นเด็กและเยาวชนในเขตตำบลทุ่งผาย อำเภอเมืองลำปาง จังหวัดลำปาง จำนวน 41 คน ได้มาโดยการสุ่มเจาะจงของเด็กและเยาวชน ที่ผู้ปกครองประเมินการติดเกมจากแบบคัดกรองการติดเกมฉบับผู้ปกครอง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบวิเคราะห์เอกสาร แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกตพฤติกรรม การประชุมสนทนากลุ่ม แบบทดสอบการติดเกมฉบับเด็กและวัยรุ่น (Game Addiction Screening Test-GAST: Child and Adolescent Version) และแบบทดสอบการติดเกมฉบับผู้ปกครอง (Game Addiction Screening Test-GAST) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test

ผลการวิจัยทำให้ได้ชุดกิจกรรมแนะแนวสำหรับแก้ปัญหาวงจรการติดเกมของเด็กและเยาวชน ชื่อชุดว่า “ปรับตัวเปลี่ยนใจ ไม่ติดเกม” ซึ่งประกอบไปด้วย บทนำ บทบาทของวิทยากร/ผู้ช่วยวิทยากร ในการจัดกิจกรรม ตัวอย่างแผนการจัดการกิจกรรม และกิจกรรมย่อยทั้งหมด 6 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรม 1) คนสองคน 2) My Idol 3) อุณภูมิมีพฤติกรรมเสี่ยง 4) สัญญาใจสู่นาคตที่ดีกว่า 5) ครั้งนั้น ฉันจำได้ และ 6) เป้าหมายมีไว้พุ่งชน ชุดกิจกรรมแนะแนวที่พัฒนาขึ้น ได้ทดสอบประสิทธิภาพด้วยการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง พบว่า เด็กและเยาวชนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างลดพฤติกรรมการติดเกม และในภาพรวมเด็กและเยาวชนเพศชายลดพฤติกรรมการติดเกม คิดเป็นร้อยละ 46.40 เด็กและเยาวชนเพศหญิงลดพฤติกรรมการติดเกม คิดเป็นร้อยละ 45.01 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการติดเกมของเด็กและเยาวชนเพศชายและเพศหญิง ก่อนและหลังการเข้าร่วมกลุ่มในชุดกิจกรรมแนะแนว พบว่า ค่าเฉลี่ยการติดเกมของเด็กและเยาวชน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยค่าเฉลี่ยการติดเกมของเด็กและเยาวชนหลังใช้ชุดกิจกรรมต่ำกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรม สำหรับการทดสอบการติดเกมของเด็กและเยาวชนในระยะติดตามที่ประเมินโดยผู้ปกครอง พบว่า เด็กและเยาวชนมีพัฒนาการพฤติกรรมการติดเกมลดลง คิดเป็นร้อยละ 46.55 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการติดเกมของเด็กและเยาวชน ก่อนและระยะติดตาม 1 เดือน หลังจากใช้ชุดกิจกรรมแนะแนว พบว่า

ค่าเฉลี่ยการติดเกมของเด็กและเยาวชน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยค่าเฉลี่ยการติดเกมของเด็กและเยาวชนหลังใช้ชุดกิจกรรมต่ำกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรม

คำสำคัญ: ชุดกิจกรรมแนะแนว ติดเกม เด็กและเยาวชน

Abstract

This research aims to develop the guidance activity for solving game addiction in young children and youths and to assess the use of these guidance activity to solve the game addition problem. By volunteer sampling, the samples consisted of 41 young children and youths in Tong Fai Subdistrict, Muang, Lampang province, who were considered additive to games by their parents. The research instruments were content analysis, interview test, behavior observation form, focus group discussion, Game Addiction Screening Test-GAST: Child and Adolescent Version, and Game Addiction Screening Test-GAST for parents. The data were analyzed by using the mean standard deviation and T-test.

From the study, the guidance activity for solving game addition in young children and youths named "Adaption Change No games" was obtained. It consisted of introduction, lecturer/ assistant speaker roles, activity plan examples, and 6 activities such as "Two People" activity, "My Idol" activity, "Risk Behavior Temperature" activity, "Promise for Better Future" activity, "I Remember" activity, and "Run for the Goal" activity. After implementing this activity, the game additive behavior in the samples was decreased. The boys and girls lowered their game additive behavior accounting for 46.40 and 45.01 percent, respectively. The finding, according to before and after using the guidance activity, is different with statistically significant at .01. The mean of game addiction in young children and youths after using the guidance activity is lower than before using the activity. For assessment of the game addiction in children and youths in the follow-ups by parents, the data analysis revealed that the game additive behavior was decreased to 46.55 percent. The difference between before using the guidance activity and during the 1-month follow-ups is different with statistically significant at .01. The mean of game addiction in young children and youths after using the guidance activity is lower than that before using the activity.

Keywords: Guidance Activities, Game Addiction, Young Children and Youths

บทนำ

ในสภาวะการณ์ปัจจุบัน การดำรงชีวิตในสังคมหากจะมุ่งมั่นให้ประสบความสำเร็จต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่างประกอบเข้าด้วยกัน อาทิเช่น การมีสุขภาพแข็งแรง ฐานะทางเศรษฐกิจที่มั่นคง มีการศึกษาที่ดี ทั้งนี้ ปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญยิ่ง นั่นคือ การมีสุขภาพจิตที่ดี มีจิตใจที่เข้มแข็ง สามารถแก้ปัญหาและเอาชนะอุปสรรคต่างๆ ที่ผ่านเข้ามาในชีวิตได้ แต่ทว่าในสังคมปัจจุบันโดยเฉพาะอย่างยิ่งสถาบันครอบครัวที่มีเด็กและเยาวชนรวมอยู่ด้วย ประกอบกับการเป็นอยู่ของผู้ปกครองที่มีความเร่งรีบในด้านการงานหลัก ส่งผลให้ต้องหาเครื่องมือช่วยในการเลี้ยงดูบุตรหลาน เช่น โทรทัศน์มือถือ เป็นต้น ทั้งนี้ จากการประชุมเวทีสภาเด็กและเยาวชน ซึ่งกองสวัสดิการ องค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งผาย Khetama (Persomal communication, September 20, 2017) ได้จัดขึ้นร่วมกับสำนักกิจการเด็กและเยาวชน พบข้อมูลว่า ประเด็นปัญหาของชุมชนประเด็นหนึ่งคือเด็กและเยาวชนใช้เทคโนโลยีและสื่อสังคมออนไลน์ในเด็กและเยาวชนที่มากเกินไป ทั้งนี้ อาจจะเป็นเพราะพ่อแม่ ผู้ปกครองนำเอาเทคโนโลยีมาเป็นเครื่องมือช่วยเลี้ยงดูบุตรหลาน และขาดการควบคุมสอดส่องหรือกำกับการใช้เทคโนโลยีนั้นๆ ส่งผลให้เกิดปัญหาเกิดขึ้นทั้งเด็กและชุมชน เช่น เด็กขาดการพัฒนาตนเองและขาดทักษะในการใช้ชีวิตของเด็กและเยาวชนที่ดี เกิดการล่อลวงให้เด็กและเยาวชนมีพฤติกรรมทางเพศที่ไม่

เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเล่นเกมที่มาจากอุปกรณ์เหล่านั้น เกม คือ เครื่องเล่น หรืออุปกรณ์การเล่น เพื่อความสนุกสนาน เป็นเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาอยู่ตลอด เกมที่เด็กและเยาวชนนิยมเล่นกันในปัจจุบันมีหลายรูปแบบ ได้แก่ ตู้เกมหยอดเหรียญ วิดีโอเกม เกมคอมพิวเตอร์ทั้งแบบออนไลน์และไม่ออนไลน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกมคอมพิวเตอร์ได้เข้ามาสู่เด็กๆ โดยเริ่มต้นจากการที่ทุกบ้านต้องมีคอมพิวเตอร์ใช้เพื่อการศึกษา การสื่อสาร และความบันเทิง ตลอดจนการมีโทรศัพท์ส่วนตัวทำให้เด็กเยาวชนเข้าถึงเกมคอมพิวเตอร์ได้มาก

เกมคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันมีเครือข่ายกว้างขวางและเข้าถึงได้ง่ายและสามารถตอบสนองความต้องการทางจิตใจของเด็กได้แก่ ความสนุกสนาน ตื่นเต้นเร้าใจ และระบายความก้าวร้าว เกมมักจะมีความยากเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้เกิดความท้าทาย และมักจะได้รับรางวัลเป็นแรงเสริมด้านบวกทันทีเมื่อได้รับชัยชนะ เด็กและวัยรุ่นที่มีความเชื่อมั่นในตนเองต่ำจากการที่ไม่ค่อยได้รับความสำเร็จจากกิจกรรมอื่นๆ ในโลกความเป็นจริง แต่จะมีความสนุกสนานและพึงพอใจกับความสำเร็จในเกมจนไม่สามารถควบคุมได้ โดยเฉพาะเด็กที่ขาดการฝึกระเบียบวินัยที่เหมาะสม (Pornnoppadol, 2008) สำหรับเกมคอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ที่ได้รับการนิยมนอย่างมากในปัจจุบันได้แก่เกมออนไลน์ที่มีลักษณะเป็นการสวมบทบาทสมมติในเกมโดยผู้เล่นหลายๆ คนโดยไม่จำเป็นต้องเปิดเผยตัวตนจริงๆ ของผู้เล่นจึงสามารถตอบสนองความต้องการทางจิตใจและสังคม ซึ่งได้แก่ ความรู้สึกมีกลุ่มเพื่อนและได้รับการยอมรับแก่เด็กได้ เด็กสามารถพูดคุยกับเพื่อนได้ในเรื่องเกม ประกอบกับสังคมปัจจุบันมีค่านิยมสนับสนุนให้เด็กใช้คอมพิวเตอร์เพื่อดูเหมือนว่าเป็นเด็กฉลาด ทันสมัย โดยไม่ได้ตระหนักถึงผลดี ผลเสียของเทคโนโลยี ไม่ได้เตรียมความพร้อมเด็กสำหรับการใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดติดเกม

จากผลการวิจัยทั้งในและต่างประเทศชี้ให้เห็นว่าปัจจัยที่ทำให้เด็กเกิดพฤติกรรมติดเกมนั้นเกิดจากหลายปัจจัยด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยทางด้านชีวภาพ จิตใจ ครอบครัว หรือสังคม ล้วนเป็นปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมหรือยับยั้งการเกิดพฤติกรรมติดเกมในเด็กทั้งสิ้น นอกจากนี้ การเล่นเกมเป็นระยะเวลานานยังส่งผลกระทบต่อที่เป็นปัญหากับเด็กอีกมากมาย ได้แก่ สุขภาพร่างกาย การเรียน และพฤติกรรม ซึ่งถือเป็นผลกระทบที่สำคัญที่จะขัดขวางการพัฒนาของเด็กไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม โดยอาจส่งผลกระทบต่อเด็กเกิดปัญหาขึ้นในอนาคตได้ (Pornnoppadol & Vasupanrajit, 2015) ดังนั้น การดูแลแก้ไขปัญหาดังกล่าวเกมถือเป็นพันธกิจหลักที่ต้องให้ความสำคัญ เพราะไม่ใช่หน้าที่ของหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งที่จะดูแลเรื่องนี้ แต่ทุกฝ่ายต้องร่วมมือกันทั้งครอบครัว โรงเรียน ชุมชน ภาครัฐ และภาคเอกชนที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ควรตระหนักถึงปัญหาและให้ความสำคัญกับการแก้ไขปัญหาอย่างจริงจัง เพื่อช่วยให้การแก้ไขปัญหาดังกล่าวพฤติกรรมติดเกมของเด็กและวัยรุ่นมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้คณะผู้วิจัยพัฒนาชุดกิจกรรมแนะแนว ซึ่งเป็นเครื่องมือทางการแนะแนวที่ประกอบด้วยกิจกรรมหลายๆ กิจกรรมมารวมกันอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ เช่น คู่มือผู้ใช้ชุดกิจกรรม เนื้อหา แผนจัดกิจกรรม ใบงาน และแบบประเมินผล เป็นต้น บรรจุมารวมกันไว้เป็นชุด และนำไปจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้เด็กและเยาวชนเกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเล่นเกมที่เหมาะสม ซึ่งส่งผลให้สามารถช่วยแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชนได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมแนะแนวเพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน ในเขตตำบลทุ่งผาย อำเภอเมืองลำปาง จังหวัดลำปาง
2. เพื่อศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมแนะแนวในการแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมให้กับเด็กและเยาวชน ในเขตตำบลทุ่งผาย อำเภอเมืองลำปาง จังหวัดลำปาง
3. เพื่อติดตามผลการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมติดเกม ของเด็กและเยาวชน ในเขตตำบลทุ่งผาย อำเภอเมืองลำปาง จังหวัดลำปาง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. **กำหนดกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย** คือ เด็กและเยาวชนในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งผาย อายุระหว่าง 11-18 ปี จำนวน 41 คน ได้จากแบบคัดกรองการติดเกมฉบับผู้ปกครอง และสมัครใจเข้าร่วมกิจกรรม (Volunteer Sampling)

2. **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย** ประกอบไปด้วย แบบวิเคราะห์เอกสารโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์สาระ แบบสัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญเพื่อศึกษาถึงกิจกรรมสำหรับแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน แบบสอบถามเกี่ยวกับการยอมรับชุดกิจกรรม แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมของเด็กและเยาวชนระหว่างการทำกิจกรรม การประชุมสนทนากลุ่ม แบบทดสอบการติดเกมฉบับเด็ก และวัยรุ่น (Game Addiction Screening Test-GAST: Child and Adolescent Version) และแบบทดสอบการติดเกมฉบับผู้ปกครอง (Game Addiction Screening Test-GAST) ของสถาบันสุขภาพจิตเด็กและวัยรุ่นราชนครินทร์

3. **ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย** แยกเป็นขั้นตอนการพัฒนาชุดกิจกรรม การใช้ชุดกิจกรรม และการประเมินผลการใช้ชุดกิจกรรม ดังนี้

3.1 ขั้นตอนการพัฒนาชุดกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน ได้แก่

1) ศึกษาเอกสาร งานวิจัย และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง เรื่อง ทฤษฎีของแบนดูรา และการแก้ไขพฤติกรรมติดเกม เพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงแนวทางในการแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน

2) สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาและการแนะแนว และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดกิจกรรมสำหรับเด็กและเยาวชน เพื่อให้ได้แนวทางการจัดทำชุดกิจกรรมแนะแนวที่ใช้ในการแก้ไขพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน

3) ร่างชุดกิจกรรมแนะแนว เพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน จากผลที่ได้จากการวิเคราะห์ ข้อมูล และจากการสัมภาษณ์ และตามแนวคิดการปรับพฤติกรรมของแบนดูรา (Bandura, 1986) ซึ่งประกอบไปด้วย บทนำ บทบาท ของวิทยากร/ผู้ช่วยวิทยากร ในการจัดกิจกรรม ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรม และกิจกรรมทั้งหมด 6 กิจกรรม ซึ่งในแต่ละกิจกรรมจะ ประกอบไปด้วย ชื่อกิจกรรม แนวคิดเกี่ยวกับการปรับพฤติกรรม วัตถุประสงค์ แนวคิดสำคัญ เวลาในการจัดกิจกรรม อุปกรณ์ วิธี ดำเนินกิจกรรม และการประเมินผล

4) หาคุณภาพของชุดกิจกรรมแนะแนว เพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน โดย 4.1) สอบถาม ความคิดเห็นเกี่ยวกับการยอมรับชุดกิจกรรม กับนักวิชาการด้านจิตวิทยาการแนะแนว จำนวน 30 คน เพื่อให้แน่ใจว่าชุดกิจกรรมแนะ แนวสามารถนำไปใช้ได้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ และปรับปรุงชุดกิจกรรมแนะแนวเพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน ตามข้อเสนอแนะของนักวิชาการด้าน จิตวิทยาและการแนะแนว และ 4.2) ตรวจสอบและยืนยันชุดกิจกรรมชุดกิจกรรมแนะแนว เพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็ก และเยาวชน โดยการจัดประชุมสนทนากลุ่ม ผู้ปกครอง เด็กและเยาวชน และผู้เกี่ยวข้องในชุมชน จำนวน 10 ท่าน เพื่อยืนยันและให้ ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ร่วมกับเด็กและเยาวชนในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งผาย และปรับปรุงชุดกิจกรรมแนะแนว เพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน ตามข้อเสนอแนะของผู้เข้าร่วมประชุมสนทนากลุ่ม

3.2 ขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน ได้แก่

1) เด็กและเยาวชนทำแบบทดสอบการติดเกมฉบับเด็กและวัยรุ่น (Game Addiction Screening Test-GAST: Child and Adolescent Version) ก่อนการเข้าร่วมกิจกรรม

2) จัดกิจกรรมตามชุดแนะแนวเพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน ให้กับกลุ่มตัวอย่าง ระยะเวลา 2 วัน ณ องค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งผาย

3) เด็กและเยาวชนทำแบบทดสอบการติดเกมฉบับเด็กและวัยรุ่น (Game Addiction Screening Test-GAST: Child and Adolescent Version) หลังการเข้าร่วมกิจกรรม

3.3 ขั้นตอนการประเมินผลการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน ได้แก่

1) สังเกตพฤติกรรมของเด็กและเยาวชนระหว่างเข้าร่วมกิจกรรม โดยการบันทึกการสังเกตแบบไม่เป็นทางการ

2) ผู้ปกครองทำแบบทดสอบการติดเกมฉบับผู้ปกครอง (Game Addiction Screening Test-GAST) หลังจากเด็กและเยาวชนร่วมกิจกรรมผ่านไปแล้ว 1 เดือน

3) สรุปผลการใช้ชุดกิจกรรมแนะแนว โดยการเปรียบเทียบผลการประเมินก่อน หลัง และระยะติดตาม การใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาขึ้น จากผลการทดสอบการติดเกมฉบับเด็กและวัยรุ่น

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมแนะแนวสำหรับแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน ทำให้ได้ชุดกิจกรรมแนะแนวสำหรับแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน ชื่อชุดว่า “ปรับตัว เปลี่ยนใจ ไม่ติดเกม” ซึ่งประกอบไปด้วย บทนำ บทบาทของวิทยากร/ผู้ช่วยวิทยากร ในการจัดกิจกรรม ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรม และกิจกรรมย่อยทั้งหมด 6 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 “คนสองคน” กิจกรรมที่ 2 “My Idol” กิจกรรมที่ 3 “อุณหภูมิพฤติกรรมเสี่ยง” กิจกรรมที่ 4 “สัญญาณเตือนขนาดที่ติกว่า” กิจกรรมที่ 5 “ครั้งนั้น ฉันจำได้” และ กิจกรรมที่ 6 “เป้าหมายมีไว้พุ่งชน” โดยในแต่ละกิจกรรมย่อยจะประกอบไปด้วย ชื่อกิจกรรม แนวคิดเกี่ยวกับการปรับพฤติกรรม วัตถุประสงค์ แนวคิดสำคัญ เวลาในการจัดกิจกรรม อุปกรณ์ วิธีดำเนินกิจกรรม และการประเมินผลทั้งนี้ชุดกิจกรรมดังกล่าวได้จัดทำเป็นรูปเล่มมีภาพประกอบและสีสันสวยงาม ขนาด A5 เพื่อให้สะดวกต่อการพกพาไปใช้งานและการเผยแพร่ ดังภาพ 1



ภาพ 1 ชุดกิจกรรมแนะแนวสำหรับแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน ชื่อชุด “ปรับตัว เปลี่ยนใจ ไม่ติดเกม”

2. ผลการนำชุดกิจกรรม “ปรับตัว เปลี่ยนใจ ไม่ติดเกม” ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง มีการสังเกตโดยใช้แบบบันทึก การสังเกต สังเกตพฤติกรรมของเด็กและเยาวชนระหว่างการทำกิจกรรมด้วย ผลการสังเกตพฤติกรรมของเด็กและเยาวชนระหว่างทำกิจกรรม พบว่า เด็กและเยาวชนมีพฤติกรรมการแสดงออกที่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของกิจกรรม และมีพฤติกรรมที่น่าสนใจ ดังนี้

2.1 กิจกรรมเรื่อง “คนสองคน” ผู้เข้าร่วมกิจกรรมสามารถช่วยกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรมคนสองคน พบว่า พวกเขาช่วยกันสรุปว่า การเล่นเกมทำให้พวกเขามีลักษณะนิสัยซึ่งหึงหวงติดเมื่อไม่ได้เล่น ทำให้พวกเขามีสมาธิในการเรียน หรือการทำการบ้านลดลง เป็นต้น ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าพวกเขาสามารถสังเกตความแตกต่างของผลที่ได้รับจากการกระทำของเขา และสามารถเรียนรู้จากการสังเกตตัวเองได้

2.2 กิจกรรมเรื่อง “My Idol” เด็กและเยาวชนส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกันว่าจากการชมการแสดงบทบาทสมมติของแต่ละกลุ่มถึงรู้ว่าสิ่งที่พวกเขาทำไปนั้นบางเป็นเรื่องที่น่าตลก ไม่รู้ว่าพวกเขาทำไปได้อย่างไร เช่น การที่เมววานให้ไปซื้อของแล้วพวกเขาไม่เคยคืนเงินทอนให้กับแม่เลย เพราะพวกเขาต้องเก็บไว้เล่นเกม เป็นต้น ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าพวกเขาสามารถเปลี่ยนแปลงความคิดของตนเองได้ ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของกิจกรรมนี้

2.3 กิจกรรมเรื่อง “อุณภูมิพฤติกรรมเสี่ยง” สิ่งที่พวกเขาได้ได้เรียนรู้จากกิจกรรมอุณภูมิพฤติกรรมเสี่ยง คือ การรู้ถึงพฤติกรรมความเสี่ยงในการเล่นเกมนของตนเอง ซึ่งเป็นเรื่องที่พวกเขาไม่เคยวิเคราะห์ตนเองมาก่อน การรู้พฤติกรรมความเสี่ยงนี้จะทำให้พวกเขารู้ถึงวิธีการกำกับหรือควบคุมตนเองเพื่อไม่ให้ไปเล่นเกมได้ ถือได้ว่าเป็นการแก้ที่สาเหตุ นอกจากนั้นพวกเขายังได้ตั้งรางวัลให้กับตนเองถ้าพวกเขาลดการเล่นเกมนได้ตามเป้าที่กำหนดอีกด้วย นั่นหมายความว่าพวกเขาสามารถสังเกตพฤติกรรมการเล่นเกมนของตนเองได้ เปรียบเทียบพฤติกรรมการเล่นเกมนของตนเอง และบรรทัดฐานที่เป็นมาตรฐานได้ และยังสามารถบอกวิธีการกำกับตนเอง การให้รางวัลและการลงโทษเพื่อนำไปสู่การเล่นเกมนอย่างสร้างสรรค์ได้อีกด้วย

2.4 กิจกรรมเรื่อง “ครั้งนั้น ฉันจำได้” เมื่อวิทยากรสอบถามความคิด ความรู้สึกของผู้เข้าร่วมกิจกรรม พวกเขาได้สะท้อนว่ากิจกรรมนี้ทำให้พวกเขารู้ว่าตนเองก็มีความสามารถไม่แพ้คนอื่น ส่งผลให้พวกเขามีความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเองมากยิ่งขึ้น และพวกเขาจะพยายามต่อไปอย่างไม่ท้อถอยเพื่อให้พวกเขาได้ประสบความสำเร็จในเรื่องอื่นๆ

2.5 กิจกรรมเรื่อง “เป้าหมายมีไว้พุ่งชน” ในขั้นตอนการสรุปวิทยากรกระตุ้นให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมให้แสดงถึงความรู้สึกของพวกเขาคือกิจกรรมนั้น ทำให้ทราบว่าบางคนยังไม่เคยกำหนดเป้าหมายของตนเองมาก่อน ดังนั้นการทำกิจกรรมนี้ทำให้พวกเขาได้ทราบเป้าหมายในการเรียน และการทำงานของตนเอง มีความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเองมากยิ่งขึ้น วิทยากรจึงได้เน้นย้ำให้พวกเขามีความความอดทน ไม่ท้อถอย เมื่อพบอุปสรรค และทำให้สำเร็จตามเป้าหมายที่วางแผนไว้

2.6 กิจกรรมเรื่อง “สัญญาใจสู่อนาคตที่ดีกว่า” ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้สะท้อนว่าทำให้พวกเขาได้ค้นพบบางอย่างเกี่ยวกับตนเอง ได้เป้าหมายในการเรียนและการทำงาน และที่สำคัญพวกเขาเกิดแรงจูงใจในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเล่นเกมนของพวกเขา นอกจากนั้นวิทยากรยังเน้นย้ำถึงการนำข้อตกลงที่ได้ทำสัญญาไว้ไปปฏิบัติ และให้กำลังใจผู้เข้าร่วมกิจกรรมในการลดพฤติกรรมการเล่นเกมนอีกด้วย

3. ผลการประเมินการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเล่น

3.1 การทดสอบการติดเกมของเด็กและเยาวชนก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมแนะแนวของเด็กและเยาวชนเพศชาย จำนวนทั้งหมด 23 คน พบว่า ก่อนร่วมกิจกรรมแนะแนว มีพฤติกรรมติดเกมจัดอยู่ในกลุ่ม น่าจะติดเกม คิดเป็นร้อยละ 38.70 หลังร่วมกิจกรรมแนะแนว มีพฤติกรรมติดเกมจัดอยู่ในกลุ่ม ปกติ คิดเป็นร้อยละ 20.74 โดยลดพฤติกรรมการเล่นเกมน คิดเป็นร้อยละ 46.40

สำหรับเด็กและเยาวชนเพศหญิง จำนวนทั้งหมด 18 คน พบว่า ก่อนร่วมกิจกรรมแนะแนว มีพฤติกรรมติดเกมจัดอยู่ในกลุ่ม น่าจะติดเกม คิดเป็นร้อยละ 27.28 หลังร่วมกิจกรรมแนะแนว มีพฤติกรรมติดเกมจัดอยู่ในกลุ่ม ปกติ คิดเป็นร้อยละ 15.00 โดยลดพฤติกรรมการเล่นเกมน คิดเป็นร้อยละ 45.01

3.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการติดเกมของเด็กและเยาวชนเพศชาย ก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมแนะแนว พบว่า ค่าเฉลี่ยการติดเกมของเด็กและเยาวชนเพศชาย ระหว่างก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมแนะแนว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยค่าเฉลี่ยการติดเกมของเด็กและเยาวชนหลังใช้ชุดกิจกรรมต่ำกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรม

3.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการติดเกมของเด็กและเยาวชนเพศหญิง ก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมแนะแนว พบว่า ค่าเฉลี่ยการติดเกมของเด็กและเยาวชนเพศหญิง ระหว่างก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมแนะแนว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยค่าเฉลี่ยการติดเกมของเด็กและเยาวชนหลังใช้ชุดกิจกรรมต่ำกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรม

3.4 การทดสอบการติดเกมของเด็กและเยาวชนในระยะติดตามที่ประเมินโดยผู้ปกครองของเด็กและเยาวชน ก่อนและระยะติดตามการใช้ชุดกิจกรรมแนะแนวที่ประเมินโดยผู้ปกครอง จำนวนทั้งหมด 41 คน พบว่า ก่อนร่วมกิจกรรมแนะแนว มีพฤติกรรม

ติดเกมจัดอยู่ในกลุ่ม น่าจะติดเกม คิดเป็นร้อยละ 17.37 หลังร่วมกิจกรรมแนะแนว มีพฤติกรรมติดเกมจัดอยู่ในกลุ่ม ปกติ คิดเป็นร้อยละ 15.12 โดยมีพัฒนาการพฤติกรรมการเล่นเกมที่ดีขึ้น คิดเป็นร้อยละ 46.55

3.5 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการติดเกมของเด็กและเยาวชน ก่อนและระยะติดตามหลังจากใช้ชุดกิจกรรมแนะแนว ที่ประเมินโดยผู้ปกครอง ค่าเฉลี่ยการติดเกมของเด็กและเยาวชนเพศหญิง ระหว่างก่อนและระยะติดตามหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมแนะแนว ที่ประเมินโดยผู้ปกครอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยค่าเฉลี่ยการติดเกมของเด็กและเยาวชนหลังใช้ชุดกิจกรรมต่ำกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรม

อภิปรายผลการวิจัย

1. การพัฒนาชุดกิจกรรมแนะแนวสำหรับแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน คณะผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบกิจกรรมแนะแนว เป็นกิจกรรมเพื่อใช้แก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน กิจกรรมแนะแนว จำนวน 6 ครั้ง โดยเริ่มจากการละลายพฤติกรรมเพื่อเตรียมความพร้อมและสร้างความคุ้นเคยให้กับเด็กและเยาวชน คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการทำกิจกรรมแนะแนวเพื่อปรับพฤติกรรมการเล่นเกมนอนไลน์ โดยได้ใช้แนวทางการปรับพฤติกรรมของแบนดูราเพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน โดยเป็นการช่วยเหลือและส่งเสริมให้เด็กและเยาวชนสนใจและเกิดความรู้ความเข้าใจในพฤติกรรมการเล่นของตนเองโดยใช้การรู้คิดในการกำหนดพฤติกรรม ซึ่ง Bandura (1986) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมมนุษย์ที่เกิดขึ้นว่า มาจากองค์ประกอบส่วนบุคคล และองค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลซึ่งกันและกัน พฤติกรรมของมนุษย์สามารถกำหนดสิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมก็สามารถกำหนดพฤติกรรม พฤติกรรมสามารถกำหนดองค์ประกอบส่วนบุคคล องค์ประกอบส่วนบุคคลก็สามารถกำหนดพฤติกรรมได้เช่นกัน ในทำนองเดียวกันองค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อมและองค์ประกอบส่วนบุคคลก็มีอิทธิพลซึ่งกันและกัน ดังนั้นในการช่วยเหลือพฤติกรรมติดเกมจึงมีความสัมพันธ์กันกับในด้านองค์ประกอบส่วนบุคคลและสิ่งแวดล้อมด้วยใช้การเรียนรู้โดยการสังเกต การกำกับตนเอง และการรับรู้ความสามารถของตนเอง เช่นเดียวกับ Koocharoenpisa et al. (2018) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมที่ให้ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ มีการทำงานร่วมกัน ได้แลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นร่วมกันจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีระบบ

การเรียนรู้โดยการสังเกต เป็นการที่เด็กและเยาวชนได้เรียนรู้จากผลของการกระทำทั้งทางบวกและทางลบจากพฤติกรรมติดเกม ดังที่ Charoenwanit (2013) ได้กล่าวถึงผลกระทบที่เกิดจากพฤติกรรมติดเกม คือ ด้านสุขภาพร่างกาย ทำให้มีเวลาในการออกกำลังกายลดน้อยลงและส่งผลโดยตรงในการแสดงออกของอาการทางกายที่หาสาเหตุไม่ได้ ด้านพัฒนาการมีผลโดยตรงในเรื่องของพัฒนาการด้านสังคม ด้านพฤติกรรมและสภาพจิตใจเด็กติดเกมจะเสี่ยงต่อการมีพฤติกรรมก้าวร้าวรุนแรงด้วยการเลียนแบบมาจากเกม และด้านการเรียนการทำงานและสังคมผู้เล่นเกมจะหมกมุ่นอยู่แต่กับการเล่นเกมจนไม่สนใจในการเรียนไม่รับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเองผลการเรียนตกต่ำลงไม่มีสมาธิเวลาทำงานและขาดสัมพันธ์ภาพกับผู้อื่น ดังนั้นการที่เด็กและเยาวชนสามารถที่จะรับรู้ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเล่น เกม ผลของการเล่นเกม โดยกระบวนการเรียนรู้จากผลการกระทำที่ได้จากการสังเกตจะทำให้ตระหนักรู้พฤติกรรมติดเกมว่าก่อให้เกิดผลกระทบอย่างไร ซึ่งจะทำให้เป็นแนวทางหนึ่งในการกำหนดพฤติกรรมการเล่น เกม ซึ่งชุดกิจกรรมการแนะแนวสำหรับแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน จึงมีกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสังเกต จำนวน 2 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 “คนสองคน” และ กิจกรรมที่ 2 “My Idol” โดยเด็กและเยาวชนจะสังเกตความแตกต่างของผลที่ได้รับจากพฤติกรรมติดเกม และสามารถเรียนรู้จากการสังเกตตัวแบบจากชีวิตจริงซึ่งเป็นเรื่องจริงของคนที่เคยติดเกมอย่างหนัก และสามารถจัดสรรเวลาเล่นเกมได้ ใช้การเล่นเกมให้เกิดประโยชน์มีชีวิตที่ดีขึ้นและมีความสุข Pornoppadol and Vasupanrajit (2015) ได้กล่าวถึง ผู้เสพติดเกมจะรู้สึกพึงพอใจและเพลิดเพลิน โดยไม่สามารถควบคุมพฤติกรรมและเวลาในการเล่นของตนเองได้ แม้พยายามจะลดหรือเลิกก็มักไม่สำเร็จไม่สามารถควบคุมตนเองให้หยุดเล่นได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้แนวคิดในการกำกับตนเองของแบนดูราที่เชื่อว่าพฤติกรรมของมนุษย์เราไม่ได้เป็นผลพวงของการเสริมแรงและการลงโทษจากภายนอกแต่เพียงอย่างเดียวหากแต่ว่ามนุษย์เราสามารถกระทำให้บางสิ่งบางอย่างเพื่อควบคุมความคิดความรู้สึกและการกระทำของตนเอง ด้วยผลกระทบที่เขาหามาเองเพื่อตัวเขาซึ่งความสามารถในการดำเนินการดังกล่าวนี้ แบนดูราเรียกว่าเป็นการกำกับตนเองซึ่งจะสามารถทำได้ก็ต่อเมื่อมีการฝึกฝนและ

พัฒนา การฝึกฝนนั้นประกอบไปด้วย 3 ประการ คือ กระบวนการสังเกตของตนเอง กระบวนการตัดสินใจ และการแสดงปฏิกิริยาต่อตนเอง และในชุดกิจกรรมการแนะแนวสำหรับแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน จึงมีกิจกรรมการกำกับตนเอง จำนวน 2 กิจกรรม คือ กิจกรรมที่ 3 “อุณหภูมิต่อพฤติกรรมเสี่ยง” โดยเด็กและเยาวชนสังเกตพฤติกรรมการเล่นของตนเอง เปรียบเทียบพฤติกรรมการเล่นของตนเอง และบรรทัดฐานที่เป็นมาตรฐาน และบอกวิธีการกำกับตนเอง การให้รางวัลและการลงโทษเพื่อนำไปสู่การเล่นอย่างสร้างสรรค์ และกิจกรรมที่ 6 “สัญญาใจสู่อุณหภูมิต่ำกว่าเดิม” ซึ่งจะช่วยให้เด็กและเยาวชนสามารถตั้งพฤติกรรมเป้าหมายที่ต้องการเกี่ยวกับการลดการเล่นหรือการเล่นอย่างสร้างสรรค์ที่ชัดเจนบอกถึงสิ่งที่ต้องกระทำเพื่อบรรลุเป้าหมายนั้น และบอกถึงการเสริมแรงหรือสิ่งล่อใจตนเองเมื่อบรรลุเป้าหมายที่สัญญากับตนเอง

การรับรู้ความสามารถของตนเอง ความสามารถของคนเรานั้นไม่ตายตัว หากแต่ยืดหยุ่นตามสภาพการณ์ ดังนั้น สิ่งที่จะกำหนดพฤติกรรมการเล่น จึงขึ้นอยู่กับความสามารถของตนเองในสภาวะการณ์นั้นๆ นั่นคือ ถ้าเด็กและเยาวชนมีความเชื่อว่ามีความสามารถ ก็จะแสดงออกถึงความสามารถนั้นออกมา ทำให้มีความอดทน อุตสาหะ ไม่ท้อถอยซึ่งจะนำไปสู่การประสบความสำเร็จ ในที่สุด ในชุดกิจกรรมการแนะแนวสำหรับแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน จึงมีกิจกรรมการรับรู้ความสามารถของตนเอง จำนวน 2 ครั้ง คือ กิจกรรมที่ 4 “ครั้งนั้น ฉันทำได้” และกิจกรรมที่ 5 “เป้าหมายมีไว้พุ่งชน” โดยเด็กและเยาวชนจะได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมแนะแนวให้เป็นผู้มีความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง และเกิดความอุตสาหะ ไม่ท้อถอย เมื่อพบอุปสรรคเป้าหมายในการประกอบอาชีพ หรือเป้าหมายในการเรียนต่อที่สอดคล้องกับจุดเด่น หรือความสามารถหรือความชอบของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ Lohananthachai (2005) ซึ่งกล่าวว่า กิจกรรมแนะแนวว่าเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมและพัฒนาความสามารถของผู้เรียนให้เหมาะสมตามความแตกต่างระหว่างบุคคล สามารถค้นพบพัฒนาศักยภาพของตนเอง รู้จักและเข้าใจตนเอง รู้ถึงความสามารถ ความสนใจ ความถนัด อันจะนำไปสู่การพัฒนากระบวนการคิดและการวางแผน ตลอดจนสามารถปรับตัวให้อยู่ร่วมกับบุคคลอื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข

2. การนำชุดกิจกรรม “ปรับตัว เปลี่ยนใจ ไม่ติดเกม” ไปใช้ คณะผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของเด็กและเยาวชนระหว่างทำกิจกรรม พบว่าเด็กและเยาวชนมีพฤติกรรมแสดงออกที่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของกิจกรรม และมีพฤติกรรมที่น่าสนใจ พบว่าเด็กถ่ายทอดความคิดที่เป็นความจริง ตรงตามลักษณะนิสัยและความคิดของตนเอง เวลาที่ไม่ได้เล่นเกมจะเป็นคนขี้หงุดหงิด เวลาที่เล่นเกมจะสนุกสนาน เป็นต้น นอกจากนี้ลักษณะนิสัยของเด็กติดเกมในระหว่างการเล่นเกม เช่น “ก็สนุกดี แต่ทำให้เครียด” “หัวร้อนถ้าเกมหลุด” “เครียด เพราะจิตใจจดจ่ออยู่กับเกม” “อารมณ์เสีย” “รำคาญคนรอบข้าง” “มีความสุขได้เล่นเกมที่ตัวเองชอบ” และคนรอบข้างของพวกเขามักจะชอบเด็กที่มีสมาธิในการเรียน ทำการบ้าน และเด็กที่ไม่ขี้โมโห เป็นต้นซึ่งสอดคล้องกับ Charoenwanit (2013) ซึ่งได้กล่าวถึง ด้านพฤติกรรมและสภาพจิตใจเด็กติดเกมจะเสี่ยงต่อการมีพฤติกรรมก้าวร้าวรุนแรงด้วยการเลียนแบบมาจากเกมที่ตนเองเล่นอยู่แล้วมาใช้ในชีวิตจริงโดยเริ่มจากการมีความคิดและอารมณ์ที่รุนแรงจนแสดงออกมาเป็นพฤติกรรมในที่สุดเนื่องจากการเล่นเกมนั้นจะมีบทบาทของผู้เล่นให้เป็นผู้กระทำความรุนแรงด้วยตนเองและได้รับรางวัลหรือไต่ระดับความสามารถในเกมอื่นๆ ขึ้นเรื่อยๆ เป็นการเสริมแรงให้กับผู้เล่นการที่เล่นเกมที่มีความรุนแรงเป็นเวลานานทำให้บุคคลนั้นมีการรับรู้แปลความหมายติดสินใจและตอบสนองต่อสถานการณ์ต่างๆ ไปในทางก้าวร้าวรุนแรงมากขึ้นจนทำให้เกิดเป็นความเคยชิน และสอดคล้องกับ Pornnoppadol and Vasupanrajit (2015) ที่กล่าวว่าการเล่นอินเทอร์เน็ตเนตจะทำให้ไม่มีเวลาทำการบ้าน ศึกษาหาความรู้และไม่สนใจในการเรียน เพราะจิตใจมัวจดจ่อต่อการสนทนาออนไลน์ และการเล่นเกมออนไลน์

เด็กและเยาวชนส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกันว่าจากการชมการแสดงบทบาทสมมติของแต่ละกลุ่มถึงรู้ว่าสิ่งที่พวกเขาทำไปนั้นบางเป็นเรื่องที่น่าตลก ไม่รู้ว่าพวกเขาทำไปได้อย่างไร เช่น การที่แม่ให้วานไปซื้อของแล้วพวกเขาไม่เคยคืนเงินทอนให้กับแม่เลย เพราะพวกเขาต้องเก็บไว้เล่นเกม เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับ Pornnoppadol and Vasupanrajit (2015) ที่กล่าวว่าผู้เสพติดเกมจะสูญเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมากไปกับกิจกรรมในอินเทอร์เน็ตไม่ว่าจะเป็นค่าบริการการใช้อินเทอร์เน็ตค่าโทรศัพท์รวมถึงการติดพันออนไลน์ เป็นต้น

พฤติกรรมเสี่ยงต่อการเล่นเกมของเด็กและเยาวชนมากที่สุดคือ การเดินผ่านร้านเกม เพื่อนชวน และการมีเงินส่วนพฤติกรรมที่เสี่ยงน้อยที่สุดคือ การดูทีวีอยู่ที่บ้าน การกลับบ้านทันทีหลังจากเลิกเรียน และการไม่พกเงินไปโรงเรียนมากเกินไป

ซึ่งสอดคล้องกับ Sompaisan (2008) ที่กล่าวถึง สาเหตุที่ทำให้เด็กติดเกม คือ ชุมชน ร้านอินเทอร์เน็ต ร้านเกมที่เกิดขึ้นมากมาย สังคม วัฒนธรรม ให้ความสำคัญกับวัตถุนิยมหรือการมีเงินจำนวนมาก ไม่รู้สึกภาคภูมิใจกับคุณธรรมจริยธรรมภายใน ถ้าเด็กมีความภาคภูมิใจกับคุณธรรมภายในใจ เด็กจะไม่แก่งง่าย ไม่ว่าเพื่อนจะชวนไปลองบุหรื ต้มเหล้า ซึ่งรถหรือเล่นเกมก็ตาม เพราะเด็กจะรู้ว่าคุณค่าของเขายังอยู่ แม้ว่าเขาจะไม่ทำตามที่เพื่อนชวนก็ตาม เด็กๆ ทุกคนต้องการความภาคภูมิใจในตัวเอง ซึ่งเป็นความรู้สึกว่าตัวเองมีอะไรดี แต่ถ้าเด็กรู้สึกไม่พร้อมที่จะอดตัวเองกับคนอื่นๆ เด็กจะไปสร้างความภาคภูมิใจในตัวเองด้วยวิธีการต่างๆ รวมถึงการเล่นเกมเพื่อให้เพื่อนยอมรับ การสร้างให้เด็กมองตัวเองในมุมดีจึงเป็นเรื่องจำเป็น

กิจกรรมกำกับหรือควบคุมที่เด็กและเยาวชนได้รู้ถึงพฤติกรรมความเสี่ยงในการเล่นเกมนของตนเอง ซึ่งเป็นเรื่องที่พวกเขาไม่เคยวิเคราะห์ตนเองมาก่อน ซึ่งการรู้พฤติกรรมความเสี่ยงนี้จะทำให้พวกเขาเรียนรู้วิธีการกำกับหรือควบคุมตนเองเพื่อไม่ให้ไปเล่นเกมได้ ถือได้ว่าเป็นการแก้ที่สาเหตุ สิ่งที่จะทำคือ การปฏิเสธเวลาเพื่อนชวนไปเล่นเกม ไปเล่นกีฬาแทนการเล่นเกม และเมื่อมีเงินพวกเขาจะนำไปฝากไว้กับผู้ปกครอง เป็นต้น สอดคล้องกับ Pornnoppadol (2008) ที่กล่าวว่า การแก้ไขปัญหาเด็กติดเกมนอกจากการให้ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับปัญหาการติดเกมแก่เด็กและเยาวชนครอบครัวและสังคมแล้วควรสร้างความตระหนักให้ทราบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปัญหาการติดเกมควบคู่กันไปด้วยเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทัศนคติและนำได้มีกิจกรรมสร้างสรรค์อื่นๆ ทำในเวลาว่าง อาทิ การเล่นดนตรีกีฬาตามความสนใจของเด็ก นอกจากนั้นเด็กและเยาวชนได้เรียนรู้วิธีการให้รางวัลให้กับตนเองถ้าลดการเล่นได้ตามเป้าที่กำหนดอีกด้วย สอดคล้องกับ Skinner (1953) พฤติกรรมของมนุษย์ถูกควบคุมโดยเงื่อนไขของการเสริมแรงและการลงโทษ และให้ความสำคัญของการเสริมแรงในการเรียนรู้มาก การเสริมแรงเป็นการทำให้พฤติกรรมหนึ่งของอินทรีย์เพิ่มขึ้นอันเป็นผลมาจากอินทรีย์ได้รับผลกระทบที่พึงพอใจหลังจากการกระทำนั้นเสร็จสิ้นลง ดังนั้นเด็กและเยาวชนเมื่อได้รับการเสริมแรงจากการทำเป้าหมายคือลดพฤติกรรมการเล่นเกมได้สำเร็จ ก็ได้รับผลที่พอใจซึ่งจะส่งผลให้แสดงพฤติกรรมคือการเล่นเกมน้อยลง ซึ่งการจัดกิจกรรมแนะแนวสำหรับเด็กและเยาวชนครั้งนี้ นอกจากเด็กและเยาวชนได้เรียนรู้วิธีการเสริมแรงด้วยตัวเองแล้ว ก็ได้รับการเสริมแรงจากวิทยากร ทั้งนี้ การเสริมแรงสามารถใช้ในการส่งเสริมให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมแสดงพฤติกรรมกรรมที่พึงปรารถนา เช่น การให้ความสนใจ คำชม การให้ของรางวัลที่เหมาะสมกับสิ่งที่มีส่วนกิจกรรมให้ความสนใจและเหมาะสมกับวัย เป็นต้น การจะเลือกจะใช้แรงเสริมแบบใดนั้น วิทยากรได้คำนึงถึงความเหมาะสมกับเด็กและเยาวชนแต่ละคนด้วยและมีข้อควรปฏิบัติในการให้การเสริมแรง เช่น ควรจะให้การเสริมแรงทันทีที่มีการตอบสนองได้อย่างถูกต้อง และควรให้การเสริมแรงอย่างสม่ำเสมอ เป็นต้น

เด็กและเยาวชนได้สำรวจตนเองจากอดีตถึงปัจจุบันว่ามีเหตุการณ์อะไรบ้างที่เป็นเหตุการณ์ที่ตนเองภูมิใจ หรือเป็นความสามารถ ซึ่งสิ่งที่ภูมิใจของพวกเขา เช่น การสอบเข้ามหาวิทยาลัยได้ การชนะเลิศประกวดทำนองเสนาะ การเคยสอบได้ที่หนึ่ง เป็นต้น และได้สะท้อนว่ากิจกรรมนี้ทำให้พวกเขารู้ว่าตนเองก็มีความสามารถไม่แพ้คนอื่น ส่งผลให้มีความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเองมากยิ่งขึ้น การระบุเป้าหมายในการประกอบอาชีพหรือเป้าหมายในการเรียนต่อ ที่สอดคล้องกับจุดเด่น หรือความสามารถ หรือความชอบของตนเองในหน้าที่สาม สิ่งที่พวกเขาเขียน เช่น การประกอบอาชีพเป็นเชฟ เปิดร้านขายอุปกรณ์ตกปลา เป็นต้น เด็กและเยาวชนได้เรียนรู้วิธีการที่จะทำให้ตนเองไปถึงเป้าหมายนั้นๆ ได้ สิ่งที่พวกเขาเขียนเช่น เช่น ตั้งใจเรียนให้มากกว่าเดิม เก็บเงินให้ได้มากๆ เพื่อจะได้เปิดร้าน เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับ Maslow (1977) ที่มีความเชื่อว่า มนุษย์เกิดมาพร้อมกับความดี ถ้าให้เสรีภาพแก่เด็กในการที่จะเลือกตัดสินใจ เด็กจะเลือกสิ่งที่ดีสำหรับตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อการเลือกนั้น เขาจะเป็นตัวของเขาเองและพึ่งตนเองได้ ผู้ใหญ่ควรแสดงความไว้วางใจในตัวเด็ก ให้เขามีโอกาสจัดการกับชีวิตของเขาเอง ควบคุมตนเอง โดยไม่เข้าไปก้าวกายหรือควบคุมให้เด็กปรับพฤติกรรมตามความต้องการของผู้ใหญ่ เด็กก็จะพัฒนาเป็นคนที่มีความสามารถตามที่สังคมต้องการ และเด็กจะแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ตามแรงจูงใจที่เกิดจาก ความต้องการ ซึ่งความต้องการเป็นตัวกระตุ้นและผลักดันให้คนทำพฤติกรรม ดังนั้นการจัดกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชนครั้งนี้ ได้คำนึงถึงระดับแรงจูงใจที่มีอยู่ของเด็กและเยาวชนแต่ละคนและใช้การจูงใจที่เหมาะสม นอกจากนั้นกิจกรรมแนะแนวยังเป็นการส่งเสริมแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ให้กับเด็กและเยาวชนได้ด้วย กรณีเด็กและเยาวชนที่มีแรงจูงใจภายในและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ วิทยากรได้ใช้แรงจูงใจภายนอกเป็นสิ่งผลักดันให้เด็กและเยาวชนแสดงพฤติกรรมหรือกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรม เช่น การให้รางวัลคำชมการได้รับการยอมรับยกย่อง เป็นต้น โดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับเด็ก

และเยาวชนแต่ละคน ตามความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ตามหลักทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของมนุษย์ของมาสโลว์ โดยการตอบสนองความต้องการพื้นฐานของเด็กและเยาวชนเสียก่อนให้อิสระภาพและเสรีภาพในการเรียนรู้และการจัดบรรยากาศในระหว่างการทำกิจกรรมที่เอื้อต่อการเรียนรู้จะช่วยส่งเสริมให้เด็กและเยาวชนการเกิดประสบการณ์ในการรู้จักตนเองตรงตามสภาพความเป็นจริง

3. การประเมินผลการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเกมการติดเกม พบว่า การติดเกมของเด็กและเยาวชนเพศชายก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมแนะแนว ก่อนร่วมกิจกรรมแนะแนว มีพฤติกรรมติดเกมจัดอยู่ในกลุ่ม น่าจะติดเกม คิดเป็นร้อยละ 38.70 หลังร่วมกิจกรรมแนะแนว มีพฤติกรรมติดเกมจัดอยู่ในกลุ่ม ปกติ คิดเป็นร้อยละ 20.74 โดยมีพัฒนาการพฤติกรรมการเล่นเกมที่ดีขึ้น คิดเป็นร้อยละ 46.40 การติดเกมของเด็กและเยาวชนเพศหญิง ก่อนร่วมกิจกรรมแนะแนว มีพฤติกรรมติดเกมจัดอยู่ในกลุ่ม น่าจะติดเกม คิดเป็นร้อยละ 27.28 หลังร่วมกิจกรรมแนะแนว มีพฤติกรรมติดเกมจัดอยู่ในกลุ่มปกติ คิดเป็นร้อยละ 15.00 โดยมีพัฒนาการพฤติกรรมการเล่นเกมที่ดีขึ้น คิดเป็นร้อยละ 45.01 ค่าเฉลี่ยการติดเกมของเด็กและเยาวชนเพศชาย ระหว่างก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมแนะแนว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยค่าเฉลี่ยการติดเกมของเด็กและเยาวชนหลังใช้ชุดกิจกรรมต่ำกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรม ค่าเฉลี่ยการติดเกมของเด็กและเยาวชนเพศหญิง ระหว่างก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมแนะแนว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยค่าเฉลี่ยการติดเกมของเด็กและเยาวชนหลังใช้ชุดกิจกรรมต่ำกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรม การติดเกมของเด็กและเยาวชน ก่อนและระยะติดตามการใช้ชุดกิจกรรมแนะแนวที่ประเมินโดยผู้ปกครอง พบว่า ก่อนร่วมกิจกรรมแนะแนว มีพฤติกรรมติดเกมจัดอยู่ในกลุ่ม น่าจะติดเกม คิดเป็นร้อยละ 17.37 หลังร่วมกิจกรรมแนะแนว มีพฤติกรรมติดเกมจัดอยู่ในกลุ่ม ปกติ คิดเป็นร้อยละ 15.12 โดยมีพัฒนาการพฤติกรรมการเล่นเกมที่ดีขึ้น คิดเป็นร้อยละ 46.55 ค่าเฉลี่ยการติดเกมของเด็กและเยาวชนเพศหญิง ระหว่างก่อนและระยะติดตามหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมแนะแนว ที่ประเมินโดยผู้ปกครอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยค่าเฉลี่ยการติดเกมของเด็กและเยาวชนหลังใช้ชุดกิจกรรมต่ำกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรม

จากผลการวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมเกมการติดเกมของเด็กและเยาวชนหลังเข้าร่วมกิจกรรมแนะแนวและสิ้นสุดการเข้าร่วมกิจกรรมแนะแนวต่ำกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมแนะแนว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการสร้าง ชุดกิจกรรมแนะแนวสำหรับแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชนชื่อชุดว่า “ปรับตัว เปลี่ยนใจ ไม่ติดเกม” ที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาและการแนะแนว และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดกิจกรรมสำหรับเด็กและเยาวชน และได้รับการตรวจสอบคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน และมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.60-1.00 ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ผู้วิจัยได้ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ จากนั้นได้ตรวจสอบและยืนยันชุดกิจกรรมชุดกิจกรรมแนะแนว เพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชน โดยการจัดประชุมสนทนากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เกี่ยวข้องในชุมชน (Focus Group Discussion) จำนวน 10 ท่าน เพื่อยืนยันและให้ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้จริงกับเด็กและเยาวชนในชุมชนตำบลทุ่งผาย

กระบวนการกลุ่ม ที่ใช้ในชุดกิจกรรมแนะแนว โดยการจัดกิจกรรมแบบมีส่วนร่วม ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้ร่วมกิจกรรมได้รับความรู้จากการลงมือกันปฏิบัติเป็นกลุ่ม กลุ่มจะมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของเด็กและเยาวชนแต่ละคน และเด็กและเยาวชนแต่ละคนในกลุ่มก็มีอิทธิพลและปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกัน นอกจากนี้ได้นำการแสดงบทบาทสมมติ การใช้เกมซึ่งเป็นกิจกรรมการเล่นง่ายๆ ที่มีกฎกติกาไม่ยุ่งยาก ทำให้เด็กและเยาวชนที่ร่วมกิจกรรมเกิดความสุขสนุกสนานมีแรงจูงใจและมีความสุขในการเรียนรู้การจัดการพฤติกรรมติดเกมของตนเองได้ดี ดังที่ Lohananthachai (2005) ได้กล่าวว่า กิจกรรมแนะแนวว่าเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมและพัฒนาความสามารถของผู้เรียนให้เหมาะสมตามความแตกต่างระหว่างบุคคล สามารถค้นพบ พัฒนาศักยภาพของตนเอง เสริมสร้างทักษะชีวิต วุฒิภาวะทางอารมณ์ การเรียนเชิงพหุปัญญาและการสร้างสัมพันธภาพที่ดี รู้จักและเข้าใจตนเอง รู้ถึงความสามารถ ความสนใจ ความถนัด อันจะนำไปสู่การพัฒนากระบวนการคิดและการวางแผน ตลอดจนสามารถปรับตัวให้อยู่ร่วมกับบุคคลอื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข

แนวคิดทฤษฎี ที่คณะผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการปรับพฤติกรรมการติดเกมของเด็กและเยาวชนคือ แนวคิดการปรับพฤติกรรมของแบนดูรา ซึ่ง Bandura (1962) ได้กล่าวไว้ว่าพฤติกรรมของมนุษย์สามารถกำหนดสิ่งแวดล้อมสิ่งแวดล้อมก็สามารถกำหนดพฤติกรรม พฤติกรรมสามารถกำหนดองค์ประกอบส่วนบุคคล องค์ประกอบส่วนบุคคลก็สามารถกำหนดพฤติกรรมได้เช่นกัน ในทำนองเดียวกันองค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อมและองค์ประกอบส่วนบุคคลก็มีอิทธิพลซึ่งกันและกัน ดังนั้น ในการช่วยเหลือพฤติกรรมติดเกมจึงมีความสัมพันธ์กันกับในด้านองค์ประกอบส่วนบุคคลและสิ่งแวดล้อม เพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมของเด็กและเยาวชนในชุดกิจกรรมแนวนวครั้งนี้ได้ให้ความสำคัญกับการปรับพฤติกรรมการติดเกมของเด็กและเยาวชน โดยการเรียนรู้จากการสังเกต (Observational Learning หรือ Modeling) โดยการสังเกตจากผลของการกระทำ ซึ่งการเรียนรู้จากผลของการกระทำทั้งทางบวกและทางลบ ถือว่าเป็นการเรียนรู้เบื้องต้นที่สุดและเป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง คือ การเรียนรู้จากผลของการกระทำทั้งทางบวกและทางลบ ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมถือว่ามนุษย์มีความสามารถทางสมองในการที่จะใช้ประโยชน์จากประสบการณ์ที่ผ่านมามนุษย์มีความสามารถที่จะรับรู้ความสัมพันธ์ระหว่างการกระทำและผลของการกระทำกระบวนการเรียนรู้จากผลของการกระทำจะทำหน้าที่ 3 ประการ คือ การทำหน้าที่ให้ข้อมูล การทำหน้าที่จูงใจ และการทำหน้าที่เสริมแรง นอกจากนี้การเรียนรู้จากการสังเกตโดยและการเรียนรู้จากการเลียนแบบ ซึ่งตัวแบบหรือผู้อื่นกระทำจากคลิปปิดโอเพื่อช่วยให้เด็กและเยาวชนเข้าใจพฤติกรรมติดเกมมากขึ้น แนวทางในการกำกับตนเอง (Self-Regulation) ซึ่ง Bandura (1962) เชื่อว่าพฤติกรรมของมนุษย์เราไม่ได้เป็นผลพวงของการเสริมแรงและการลงโทษจากภายนอกแต่เพียงอย่างเดียวหากแต่ว่ามนุษย์เราสามารถกระทำบางสิ่งบางอย่างเพื่อควบคุมความคิดความรู้สึกและการกระทำของตนเอง ด้วยผลกรรมที่เขาหาเองเพื่อตัวเขาซึ่งความสามารถในการดำเนินการดังกล่าวนี้ แบนดูราเรียกว่าเป็นการกำกับตนเองซึ่งจะสามารถทำได้ก็ต่อเมื่อมีการฝึกฝนและพัฒนา การฝึกฝนนั้นประกอบไปด้วย 3 ประการ คือ กระบวนการสังเกตของตนเอง กระบวนการตัดสินใจ และการแสดงปฏิกิริยาต่อตนเอง แนวทางการรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self-Efficacy) Bandura (1962) มีความเชื่อว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองนั้น มีผลต่อการกระทำของบุคคล บุคคล 2 คน อาจมีความสามารถไม่ต่างกัน แต่อาจแสดงออกในคุณภาพที่แตกต่างกันได้ ถ้าพบว่าคน 2 คนนี้มีการรับรู้ความสามารถของตนเองแตกต่างกัน ในคนคนเดียวก็เช่นกัน ถ้ารับรู้ความสามารถของตนเองในแต่ละสภาพการณ์แตกต่างกัน ก็อาจจะแสดงพฤติกรรมออกมาได้แตกต่างกันเช่นกัน แบนดูราเห็นว่าความสามารถของคนเรานั้นไม่ตายตัว หากแต่ยืดหยุ่นตามสภาพการณ์ ดังนั้นสิ่งที่กำหนดประสิทธิภาพของการแสดงออก จึงขึ้นอยู่กับ การรับรู้ความสามารถของตนเองในสภาวะการณ์นั้นๆ นั่นเอง นั่นคือ ถ้าเรามีความเชื่อว่าเรามีความสามารถ เราจะแสดงออกถึงความสามารถนั้นออกมา คนที่เชื่อว่าตนเองมีความสามารถจะมีความอดทน อุทิศหา ไม่ท้อถอยง่าย และจะประสบความสำเร็จในที่สุด

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การนำชุดกิจกรรมแนวนวไปใช้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมให้กับเด็กและเยาวชนไปประยุกต์ใช้ ผู้นำทำกิจกรรมควรมีความเข้าใจในแนวคิดการปรับพฤติกรรมของแบนดูรา

1.2 ชุดกิจกรรมนี้เหมาะสำหรับใช้กับเด็กและเยาวชนที่มีระดับการติดเกม “น่าจะติดเกม” ขึ้นไป จากการทำแบบทดสอบการติดเกมฉบับ ของสถาบันสุขภาพจิตเด็กและวัยรุ่นราชนครินทร์ (กรมสุขภาพจิต, 2557)

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาพฤติกรรมติดเกมให้กับเด็กและเยาวชน โดยการนำครอบครัวหรือผู้ปกครองเข้ามามีส่วนร่วม

2.2 การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมแนวนวในการแก้ปัญหาพฤติกรรมเด็กและเยาวชนในลักษณะอื่น เช่น พฤติกรรมก้าวร้าว ขาดความรับผิดชอบ เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 ผู้วิจัยขอขอบพระคุณยิ่ง

References

- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Charoenwanit, S. (2013). Game Addiction Behaviors: Impacts and Preventions. *Thai Science and Technology Journal*, 22(6), 871-879. [in Thai]
- Khertama, U. (2017, September 20). Community developer at Tong Fai Subdistrict Administrative Organization, Lampang. *Interview*. [in Thai]
- Koocharoenpisa, N., Kaewmueangjai, K., & Somnuek, W. (2018). Effects of using activity package on separation on learning achievement and interpreting data skills in science of 8th grade students. *Journal of Education Naresuan University*, 20(1), 100-111. [in Thai]
- Lohananthachai, P. (2005). *Constructing guidance activity teaching package to develop cognition of first level primary students* (Master thesis). Bangkok: Srinakharinwirot University. [in Thai]
- Maslow, H. A. (1977). *Motivation and personality* (2nd ed.). New York: Harper and Row.
- Pornnoppadol, C. (2008). Game addiction. *Journal of Home Economics*, 52(1) 36-39. [in Thai]
- Pornnoppadol, C., & Vasupanrajit, A. (2015). *Psychiatry Siriraj DSM-5*. Bangkok: Mahidol University. [in Thai]
- Skinner B. F. (1953). *Science and human behavior*. New York: Free Press.
- Sornpaisan, B. (2008). The results of the performance evaluation according to the alcohol beverage control act. *The 4th National Alcohol Conference Stop alcohol problem crisis by law and regulation* (pp. 26-27). Nonthaburi: Richmond Hotel. [in Thai]

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์รายวิชาชีววิทยา
เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism

THE DEVELOPING OF ACHIEVEMENT AND ANALYTICAL THINKING ON CELLULAR
RESPIRATION OF GRADE 10th STUDENTS BY CONSTRUCTIVISM TEACHING APPROACH

Received: March 25, 2019

Revised: May 7, 2019

Accepted: May 23, 2019

อารีรัตน์ ปั่นปล้อง^{1*} ชนวัฒน์ ตันติวารานุรักษ์² และเชษฐ ศิริสวัสดิ์³
Areerat Pungplong^{1*} Chanawat Tuntivaranuruk² and Chet Sirisawat³

^{1,2}คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา³คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา^{1,2}Faculty of Science, Burapha University, Chon Buri 20130, Thailand³Faculty of Education, Burapha University, Chon Buri 20130, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: aom-bio_123@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 3 จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 50 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์วิชาชีววิทยา สถิติที่ใช้ในการการวิเคราะห์ข้อมูลคือค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที (t – test) แบบ Dependent Sample และแบบ One – Sample ผลการวิจัย พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาเรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาเรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
3. การคิดวิเคราะห์เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. การคิดวิเคราะห์เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

คำสำคัญ: แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ การคิดวิเคราะห์

Abstract

The purpose of this research was to compare analysis thinking ability and biology learning achievement in topic of cellular respiration of grade 10 students by constructivism learning. The samples in this research were 50 10th grade students who enrolled in Science Math program at Banhanjamsaiwittaya 3 School Suphanburi Province. They were randomly selected for participating in the experiment using cluster random sampling method. The research Instruments were lesson plans of constructivism, the data were collected by using learning achievement test, analytical thinking test. The data were analyzed by using t-test for dependent samples and T-test for one sample. The research findings were as following;

1. The posttest mean scores of biology learning achievement in topic of cellular respiration of grade 10 student who learned constructivism posttest score higher than pretest score of learning achievement at .05 level of significance.

2. The posttest mean scores of biology learning achievement in topic of cellular respiration of grade 10 student who learned constructivism posttest score higher than pretest and Equivalent to 75 percent.

3. The posttest mean scores of analysis thinking ability in topic of cellular respiration of grade 10 student who learned constructivism posttest score higher than pretest score of learning achievement at .05 level of significance.

4. The posttest mean scores of analysis thinking ability in topic of cellular respiration of grade 10 student who learned constructivism posttest score higher than pretest and Equivalent to 75 percent.

Keywords: Constructivism Teaching Approach, Analysis Thinking

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เกี่ยวข้องกับทุกคนในด้านการใช้ชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือและผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานกับศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้นักมนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ ทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ วิทยาศาสตร์จึงเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ การพัฒนาวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญต่อสังคมอย่างมาก (Office of the Basic Education Commission, 2008) จะเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญ แต่การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ก็ยังเป็นปัญหาสำหรับครูผู้สอนและนักเรียนมาโดยตลอด ดังจะเห็นได้จาก รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ประจำปีการศึกษา 2558 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่า 50 % (National Institute of Educational Testing Service, 2015) จากผลการประเมิน O-NET เป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นภาพชัดเจนว่า นักเรียนไทยยังขาดทักษะการคิดวิเคราะห์และความมีเหตุผล ที่อาจจะส่งผลเสียในการแข่งขันทางเศรษฐกิจและการพัฒนาประเทศให้ทัดเทียมกับนานาประเทศ (Sutjanan, 2011)

จากผลการประเมิน O-NET สอดคล้องปัญหาของผู้วิจัยที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์ในการสอนชีววิทยาของผู้วิจัยในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่พบว่า เนื้อหาที่มีความสำคัญและมีความซับซ้อนในรายวิชาชีววิทยา คือเรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีรายละเอียดค่อนข้างซับซ้อนและเป็นนามธรรมที่ผู้เรียนไม่สามารถทำความเข้าใจได้ ซึ่งเป็นผลกระทบทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยต่ำ สอดคล้องกับรายงานประจำปีการศึกษา 2558 นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 65.75 และคะแนนการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยร้อยละ 62.91 และจากรายงานพบว่าคะแนนหน่วยการเรียนรู้ เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด (Banhanjamsaiwittaya 3 School, 2015) และต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนด

คือคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนการวิเคราะห์เฉลี่ยร้อยละ 75 ในรายวิชาเพิ่มเติม และนอกจากนี้ ยังพบว่า ผู้เรียนขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ นักเรียนบางส่วนมีการสรุปสิ่งที่เรียนรู้เป็นความคิดรวบยอดได้แต่ต้องอยู่ในการแนะนำของครู (Banhanjamsaivittaya 3 School, 2009) ประกอบกับมาตรฐานการศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานที่มีกรอบในการประเมินคุณภาพภายนอก มาตรฐานที่ 4 ด้านผู้เรียนที่กำหนดไว้ให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ (Office of the Basic Education Commission, 2002) ดังนั้น การแก้ปัญหาการคิดวิเคราะห์ในผู้เรียน จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาด้านการจัดการเรียนรู้ให้มากขึ้น ตลอดจนการเลือกวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสม

ผู้วิจัยจึงสนใจทำการศึกษารูปแบบและเทคนิคในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ โดยเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และมีการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง คือการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมการแสวงหาความรู้ต่างๆ ที่จะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ Driver and Bell (as cited in Laowreandee, 2012) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง ผู้เรียนมีโอกาสดำเนินการความคิดและนำความคิดของตนเองไปปรับใช้กับความรู้ด้านอื่นๆ และทำให้กระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด (Sutthirat, 2009) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Suwan (2012) ที่ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ในการเรียนรู้ นักเรียนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้และสรุปองค์ความรู้ ฝึกการแก้ปัญหาจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเองโดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนโดยการจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา ซึ่งจะเกิดเป็นประสบการณ์ใหม่ที่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมผู้เรียนก็จะเกิดการปรับเปลี่ยนเป็นโครงสร้างทางปัญญาแล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ (Tejagupta, 2001) นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สามารถทำให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาและมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Driver & Bell, 1986) สอดคล้องกับ Susaorat (2008) ที่กล่าวว่า ผู้เรียนที่ได้เรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ที่มีกระบวนการคิด แก้ปัญหา วิเคราะห์ จนสามารถบูรณาการคำตอบที่ได้จากความรู้และประสบการณ์เดิมมาแปลความหมายแล้วเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ใหม่ เพื่อให้ได้ข้อสรุปออกมาเป็นลักษณะของการคิดวิเคราะห์

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้นจึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำแนวคิด Constructivism มาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อเกิดผลกับผู้เรียนในด้านการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 1 เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 3

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75
3. เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ห้องเรียน รวม 180 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 50 คน โดยการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม
3. ตัวแปรที่ศึกษา
 - 3.1 ตัวแปรต้นได้แก่การใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 1 เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์
 - 3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และการคิดวิเคราะห์
4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ในวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551
5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ใช้เวลาในการทดลอง 15 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design โดยมีเครื่องมือในการวิจัยวิธีดำเนินการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 ชนิด ได้แก่

- 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง ในส่วนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของ Driver and Bell (1986) จำนวน 6 แผน รวมเวลา 15 ชั่วโมง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

- 1.1.1 ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่เรื่อง ครูผู้สอนจะแจ้งให้ผู้เรียนจะได้รับทราบถึงจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ และสร้างความสนใจหรือแรงจูงใจในการเรียน

- 1.1.2 ขั้นที่ 2 ทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน ผู้เรียนจะมีการแสดงออกอาจทำได้โดยในรูปแบบที่หลากหลาย ซึ่งในขั้นนี้จะต้องทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา

- 1.1.3 ขั้นที่ 3 ปรับเปลี่ยนแนวความคิด เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน การทดลอง ตลอดจนการค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ จนเกิดเป็นความรู้ใหม่ที่มีความสมดุลทางปัญญา ในขั้นตอนนี้ครูผู้สอนต้องเป็นผู้คอยชี้แนะ ตั้งคำถาม จำลองสถานการณ์ เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

- 1.1.4 ขั้นที่ 4 นำแนวความคิดไปใช้ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีโอกาสนำแนวคิดหรือความรู้ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย เพื่อแสดงถึงว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงหรือเกิดองค์ความรู้ใหม่

- 1.1.5 ขั้นที่ 5 ทบทวนเป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะได้ทบทวนความคิด ความเข้าใจที่เปลี่ยนไป ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นด้วยตนเองนั้นจะทำให้เกิดโครงสร้างทางปัญญาและยังเป็นขั้นที่พัฒนาการคิดวิเคราะห์ได้อย่างดี

จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 และมีความเหมาะสมกับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับคะแนน 4.75 คือ แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

1.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60-1.00 และมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .24 ถึง .93 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ถึง .90 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.86

1.3 แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์วิชาชีววิทยา เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.80-1.00 และมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .40 ถึง .77 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .27 ถึง .87 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.92

2. วิธีการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ชี้แจงข้อมูลสำหรับการเข้าร่วมการวิจัยกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2.2 แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมในการจัดการเรียนการสอน

2.3 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์

2.4 ดำเนินการสอนกับกลุ่มตัวอย่างตามแผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาสอน 15 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง

2.5 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ และนำผลคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

3. วิเคราะห์ข้อมูลคะแนนจากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ และวิเคราะห์หาค่าสถิติโดยใช้ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้การทดสอบค่าที่แบบ Dependent Sample ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนและก่อนเรียน และการทดสอบค่าที่แบบ One – Sample ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism คะแนนหลังเรียนกับคะแนนก่อนเรียน ผลปรากฏดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ระหว่างคะแนนหลังเรียนกับคะแนนก่อนเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	50	9.88	2.04	30.34	.000
หลังเรียน	50	22.72	2.96		

จากตาราง 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism สูงวก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism คะแนนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ผลปรากฏดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism มีคะแนนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	เกณฑ์	S.D.	t	p
หลังเรียน	50	22.72	22.50	2.96	.525	.602

จากตาราง 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 เมื่อเปรียบเทียบเกณฑ์ร้อยละ 75 แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism คะแนนหลังเรียนกับคะแนนก่อนเรียน ผลปรากฏดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism คะแนนหลังเรียนกับคะแนนก่อนเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	50	9.48	1.66	37.65	.000
หลังเรียน	50	22.56	2.20		

จากตาราง 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียน เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. ผลการเปรียบเทียบคะแนนการคิดวิเคราะห์ เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แนวคิด Constructivism มีคะแนนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ผลปรากฏดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการคิดวิเคราะห์ เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แนวคิด Constructivism มีคะแนนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	เกณฑ์	S.D.	t	p
หลังเรียน	50	22.56	22.50	2.19	.193	.848

จากตาราง 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียน เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 เมื่อเปรียบเทียบเกณฑ์ร้อยละ 75 แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

การอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism พบว่า มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ในขณะเดียวกันนักเรียนกลับมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เพิ่มขึ้นจากปีการศึกษา 2558 ทั้งนี้ เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ที่ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้

โดยตนเอง โดยกระบวนการเรียนรู้ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาระหว่างประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนมีความเข้าใจอยู่แล้วกับประสบการณ์ใหม่ และในการจัดการเรียนรู้จะมีการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ทำให้เกิดความกระตือรือร้น ความพร้อมในการเรียนรู้ การใช้กระบวนการกลุ่มที่ช่วยในการแสดงความคิดเห็น และมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และร่วมกันสรุปองค์ความรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ตลอดจนผู้เรียนเกิดการสังเกต เปรียบเทียบข้อแตกต่างความรู้ที่ผู้เรียนคนอื่น ๆ ได้สรุป ทำให้เกิดการคิดหาเหตุผลเพื่อสนับสนุนความรู้ของตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ การศึกษาค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง ทดลอง แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนห้องเรียน ฝึกการแก้ปัญหาด้วยสถานการณ์ที่หลากหลาย จึงส่งผลทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น ดังงานวิจัยของ Payuckruang (2011) ที่ศึกษาเรื่องผลการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Constructivism ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังที่ Suwan (2012) ได้สรุปว่าการจัดการเรียนรู้โดยแนวคิด Constructivism ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและมีความพร้อมในการเรียนรู้ นักเรียนได้ใช้กระบวนการกลุ่ม ร่วมกันแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสรุปองค์ความรู้ทำให้นักเรียนจดจำได้ง่ายเกิดการเรียนรู้เป็นอย่างดี จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น และยังสอดคล้องกับ Silarang (2006) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนจากชุดการเรียนรู้ เรื่องระบบนิเวศ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Constructivism มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ พบว่า มีคะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และมีคะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียนเทียบสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ขณะเดียวกันกลับมีคะแนนการคิดวิเคราะห์ที่มีการพัฒนาขึ้นจากปีการศึกษา 2558 ทั้งนี้เหตุผลที่ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้น เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ผู้เรียนมีการใช้ทักษะการคิดในแต่ละขั้นตอน มีการคิดวิเคราะห์จากองค์ความรู้เดิมที่แตกต่างไปจากความรู้ใหม่ ด้วยการคิดในรูปแบบต่างๆ เช่น การคิดจำแนกแยกแยะและการให้เหตุผล วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความคิดของตนเองและความคิดของผู้อื่น โดยการคิดวิเคราะห์จากการทดลอง สืบค้นข้อมูล เพื่อนำไปสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ และเมื่อนำความรู้เดิมกับความรู้ใหม่มาเปรียบเทียบกันทำให้เกิดการพัฒนาด้านการคิดวิเคราะห์ นอกจากนี้ ผู้เรียนได้มีการคิดวิเคราะห์จากการเปรียบเทียบความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ในรูปของผังมโนทัศน์หรือรูปภาพต่างๆ ที่ทำให้เกิดความแตกต่างทางความคิดจนถูกพัฒนาเป็นความคิดใหม่ ที่มีความพึงพอใจมากกว่า จึงทำให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในด้านการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้น และจะทำให้ผู้เรียนมีความสามารถประมวลความคิด และกระตุ้นให้เกิดการคิดวิเคราะห์ได้เป็นอย่างดี มีความเข้าใจและจดจำความรู้ได้ง่าย ดังที่ Susorot (2008) ได้กล่าวว่าผู้เรียนที่ได้เรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ที่มีกระบวนการคิดอภิปรายแสดงความคิดเห็น แก้ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูล จนสามารถบูรณาการคำตอบที่ได้จากความรู้และประสบการณ์เดิม มาแปลความหมายแล้วเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ใหม่ เพื่อให้ได้ข้อสรุปออกมาเป็นลักษณะของการคิดวิเคราะห์ ดังที่ Suwan (2012) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เสริมด้วยผังมโนทัศน์ต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนพบว่า มีคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และงานวิจัยของ Ditsopha (2015) พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเหตุผลข้างต้นที่กล่าวมาจึงเป็นสิ่งที่สนับสนุนว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากปีการศึกษา 2558 และในขณะเดียวกัน พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์เทียบเท่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ไปเป็นตามเป้าหมายที่สถานศึกษากำหนดไว้ ดังที่ Suwan (2012) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนเฉลี่ยในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลวิจัยไปใช้

1.1 การนำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ไปใช้ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ควรมีการใช้คำถาม กระตุ้นตลอดการจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดเป็นข้อสงสัยที่จะทำให้เกิดการขัดแย้งทางปัญญาและนำไปสู่การคิดวิเคราะห์และ สืบเสาะหาความรู้เพื่อให้ได้คำตอบ

1.2 ในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาควรมีเวลาจำกัด และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ต้องใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ค่อนข้างมาก ดังนั้นครูควรกำหนดเวลาให้ชัดเจนและแจ้งให้นักเรียนรักษาเวลาตามที่กำหนดให้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism มาเสริมด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ ในรูปแบบต่างๆ เช่น การสร้างผังมโนทัศน์ เพื่อเสริมสร้างให้ผู้เรียนมีการคิดวิเคราะห์ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

2.2 ควรศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยนำแนวคิด Constructivism มาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่จะ ส่งผลต่อกระบวนการคิดของผู้เรียนในด้านอื่นๆ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ ที่จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนตลอดจนส่งเสริมทางการคิดของผู้เรียน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)

References

- Banhanjamsaivittaya 3 School. (2015). *Academic year 2015 Report* Suphanburi: Banhanjamsaivittaya 3 School. [in Thai]
- Banhanjamsaivittaya 3 School. (2009). *Banhanjamsaivittaya 3 School course 2009 according to basic education core curriculum 2008*. Suphanburi: Banhanjamsaivittaya 3 School. [in Thai]
- Ditsopha, Y. (2015). *Development of the constructivist-based learning management model for learning achievement and analytical thinking capability of first year certificate of vocational educations students Tinsulanonda Fisheries College* (Master thesis). Songkhla: Thaksin University. [in Thai]
- Driver, R., & Bell, B. (1986). *Students thinking and the learning of science: A constructivist view*. *School Science Review*, 67(240), 443 – 456.
- Laowreandee, W. (2012). *Thinking skills instructional models and strategies*. Nakhon Pathom: Silpakorn University Printing Factory. [in Thai]
- National Institute of Educational Testing Service. (2015). *Assessment of student achievement in basic education, quality education since 2015*. Bangkok: Ministry of Education. [in Thai]
- Office of the Basic Education Commission. (2002). *Basic Education Core Curriculum 1999*. Bangkok: Ministry of Education. [in Thai]
- Office of the Basic Education Commission. (2008). *Basic Education Core Curriculum 2008*. Bangkok: Ministry of Education. [in Thai]
- Payuckruang, K. (2011). *The effect of the teaching science based on constructivist approach to prathomsuksa VI student* (Master thesis). Chonburi: Burapha University. [in Thai]

- Silarang, P. (2006). *Creating a learning package for science learning strand the unit ecosystem by using teaching and learning styles according to constructivists for students mattayom 3* (Master thesis). Chonburi: Burapha University. [in Thai]
- Susaorat, P. (2008). *Development of thinking*. Bangkok: 9119 Techniques Printing. [in Thai]
- Suwan, S. (2012). *The learning outcome of driver and bell's constructivist supplemented with concept mapping learning management on scientific achievements and analytical thinking abilities of prathomsuksa 5 students* (Master thesis). Udon Thani: Udon Thani Rajabhat University. [in Thai]
- Sutjanan, J. (2011). *Lifelong education and community development*. Bangkok: Odeon Store. [in Thai]
- Sutthirat, C. (2009). *80 Innovative learning management that focuses on learners*. Bangkok: Danex Inter Corporation. [in Thai]
- Tejagupta, P. (2001). *Student-centered learning: Concepts of teaching techniques 1*. Bangkok: The Master Group Management. [in Thai]

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวของโรงเรียนในพื้นที่เสี่ยงภัย จังหวัดเชียงราย

THE DEVELOPMENT OF EARTHQUAKE EVACUATION PLAN FOR SCHOOL IN RISK-PRONE AREAS CHIANG RAI PROVINCE

Received: December 13, 2021

Revised: December 23, 2021

Accepted: December 27, 2021

จักรกฤษณ์ จันทะคุณ^{1*} อมรรัตน์ วัฒนธอร์² วารินทร์ แก้วอุไร³ และสุพรทิพย์ ธนภัทรโชติวัต⁴
 Jakkrit Jantakoon^{1*} Amornrat Wattanathorn² Wareerat Kaewurai³ and Suphomthip Thanaphatchottiwat⁴

^{1,3,4}มหาวิทยาลัยนเรศวร²มหาวิทยาลัยพะเยา^{1,3,4}Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand²University of Phayao, Phayao, 56000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: jkkrit04@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวของโรงเรียนในพื้นที่เสี่ยงภัยจังหวัดเชียงราย และ 2) ประเมินผลแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวที่พัฒนาขึ้น ดำเนินการวิจัยด้วยกระบวนการวิจัยและพัฒนา 2 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 พัฒนาแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหว และขั้นที่ 2 ประเมินผลการฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหว กลุ่มเป้าหมายเป็นครู และนักเรียนโรงเรียนบ้านป่าแดด (เวทยาสมิทธิ์) จังหวัดเชียงราย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวิเคราะห์เอกสาร แบบสัมภาษณ์ กึ่งโครงสร้าง แผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหว ประเด็นคำถามในการประชุมวิพากษ์แผนฝึกซ้อมอพยพ และแบบประเมินแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหว วิเคราะห์ข้อมูลโดยการสร้างสรุปอุปนัย ผลการวิจัย พบว่า

1. แผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ วัตถุประสงค์ ข้อมูลที่ตั้ง อาณาเขต อาคารสถานที่ สภาพความเสี่ยงต่อภัยของโรงเรียน แผนที่ความเสี่ยงภัยของโรงเรียน แผนที่อพยพ คณะกรรมการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยโรงเรียน และขั้นตอนการอพยพ ผลการตรวจสอบคุณภาพ พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

2. ผลการประเมินการฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหว ภาพรวมอยู่ในระดับดี โดยมีประเด็นเพื่อการปรับปรุงการฝึกซ้อมอพยพที่สำคัญ ได้แก่ การกระตุ้นให้นักเรียนตื่นตัว การฝึกซ้อมให้สมจริง รวดเร็วเพื่อมีให้อัตราเร็วในการอพยพดีขึ้น รวมถึงการมีวินัยและมีสติตลอดการอพยพ

คำสำคัญ: แผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหว โรงเรียน พื้นที่เสี่ยงภัย

Abstract

The purposes of this study were to 1) develop an earthquake evacuation plan of school in risk-prone area and 2) evaluate the earthquake evacuation plan. The research was conducted with 2 steps of research and development methodology; Step 1 developing an earthquake evacuation plan. Step 2 evaluating an earthquake evacuation plan. The target group consisted of teachers and students from Banpadaet (Wettayasmis) School, Chiang Rai province. The research instruments included document analysis form, semi-structured interview, discussion'

earthquake evacuation plan guide, earthquake evacuation plan evaluation form, Data was analyzed using analytic Induction. The result of the research revealed that:

1. An earthquake evacuation plan comprises of the important elements including purpose, location, territory, buildings, school risk assessment data, risk map of the school, earthquake evacuation map, school board emergency management team, and evacuation steps. Verifying of an earthquake evacuation plan was appropriate at a good level.
2. The result of the earthquake evacuation drills, and the response was at a good level overall. There were remain the important aspects for further improvement including, encouraging students to respond actively, doing the evacuation drills seriously, practicing for having a better rapid time for evacuating, keeping with self – disciplines, and mindful throughout the evacuation procedures.

Keywords: Earthquake Evacuation Plan, School, Risk-Prone Area

บทนำ

ภัยพิบัติเป็นปัญหาสำคัญของมวลมนุษยชาติ และแผ่นดินไหวเป็นภัยพิบัติธรรมชาติที่มนุษย์ยังไม่มีเทคโนโลยีในการแจ้งเตือนภัยล่วงหน้า ซึ่งได้สร้างความเสียหาย ผลกระทบในด้านต่างๆ มากมาย โดยเฉพาะต่อภาคส่วนการศึกษาที่แผ่นดินไหวได้คร่าเสียชีวิตนักเรียน และโรงเรียนได้รับความเสียหาย เช่น ปุทศศักราช 2548 เกิดเหตุแผ่นดินไหวที่ประเทศปากีสถานทำให้นักเรียนเสียชีวิต 17,000 คน ได้รับความบาดเจ็บอย่างรุนแรง และพิการ 50,000 คน อาคารเรียนถูกทำลาย 10,000 แห่ง นักเรียนได้รับผลกระทบรวมจำนวน 300,000 คน และปีพุทธศักราช 2551 เกิดเหตุแผ่นดินไหวที่มณฑลเสฉวน สาธารณรัฐประชาชนจีน นักเรียนไม่น้อยกว่า 5,335 คน เสียชีวิต โดยร้อยละ 6 เสียชีวิตที่โรงเรียน (Consortium for Disaster Education, 2011) ปีพุทธศักราช 2558 เกิดแผ่นดินไหวที่ประเทศเนปาล โรงเรียนเสียหายกว่า 9,000 แห่ง ห้องเรียน 35,000 ห้องเรียนได้รับความเสียหาย และนักเรียนเสียชีวิต 3,000 คน (Kruhl et al., 2018) และที่ประเทศไทยปีพุทธศักราช 2557 เกิดแผ่นดินไหวครั้งที่รุนแรงที่สุดที่จังหวัดเชียงราย โรงเรียนได้รับความเสียหาย 123 แห่ง (Chiang Rai Disaster Prevention and Mitigation Office, 2014) เหตุการณ์ดังกล่าวไม่มีนักเรียนเสียชีวิตเนื่องจากเป็นช่วงปิดภาคเรียน ซึ่งนับเป็นความโชคดี แต่ได้รับผลกระทบเมื่อนักเรียนเปิดเรียนที่ไม่มีห้องเรียนต้องเรียนในห้องเรียนชั่วคราว ผลกระทบดังกล่าวโรงเรียนในพื้นที่เสี่ยงภัยจำเป็นต้องเห็นความสำคัญนำประเด็นดังกล่าวเข้ามาบูรณาการการเรียนรู้อีกกับนักเรียนในโรงเรียนเพื่อเป็นการลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติ

ปัจจุบันการศึกษาเพื่อการจัดการภัยพิบัติ (Disaster Management Education) เป็นแนวโน้มที่ได้รับความสนใจของโลก (Global Trend) โรงเรียนนับเป็นตัวจักรสำคัญในการสร้างการเรียนรู้ภัยพิบัติสู่เด็กนักเรียนผ่านการศึกษา ปลุกฝังความตระหนัก ความรู้ และทักษะในการจัดการภัยพิบัติ ทักษะการเอาชีวิตรอดที่ถูกต้องตั้งแต่เยาว์วัย ให้เป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำ โดยเฉพาะในพื้นที่เสี่ยงภัย (Wang, 2016; Mutch, 2015) การฝึกซ้อมรับมือภัยพิบัติในโรงเรียนเป็นแนวทางในการช่วยลดผลกระทบ การบาดเจ็บ การเสียชีวิต และช่วยฟื้นฟูนักเรียนจากภัยพิบัติ (Heath et al., 2007) การฟื้นฟูโรงเรียนฝึกซ้อมรับมือภัยพิบัติ Ronan and Johnston (2005) กล่าวว่า การฝึกทักษะในการรับมือภัยพิบัติซ้ำๆ จะช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจ มีภูมิคุ้มกันในการเผชิญภัยพิบัติ ดังเช่นชาวญี่ปุ่นมีทักษะในการรับมือแผ่นดินไหวอย่างคล่องแคล่ว รวดเร็วจนเกิดเป็นสัญชาตญาณเพราะมีการปลุกฝัง ฝึกซ้อมมาตั้งแต่ชั้นอนุบาล และต่อเนื่อง (Jantakoon, 2015) โรงเรียนในประเทศเสี่ยงภัยแผ่นดินไหว เช่น ญี่ปุ่น จีน อิหร่าน อินโดนีเซีย นิวซีแลนด์ มีการวางแผนรับมือแผ่นดินไหว โดยจัดทำแผนอพยพ และฝึกซ้อมแผนอพยพ อย่างน้อยปีละ 1-2 ครั้ง ซึ่งเป็นกิจกรรมสำคัญที่รัฐบาลเห็นความสำคัญและให้การสนับสนุนให้แต่ละโรงเรียนร่วมมือกับหน่วยงานท้องถิ่น ผู้ปกครอง องค์กรเอกชนในการฝึกซ้อมอพยพอย่างต่อเนื่อง และสอดคล้องกับกรอบความปลอดภัยรอบด้านในโรงเรียน มีเป้าหมายเพื่อลดความเสี่ยง ของภัยทุกชนิดที่อาจเกิดขึ้นในภาคการศึกษาเสาหลักที่ 2 การบริหารจัดการภัยพิบัติในสถานศึกษา (School Disaster Management) ที่โรงเรียนต้องประเมิน

ความเสี่ยง จัดทำแผนที่ความเสี่ยง ระบุสถานที่ปลอดภัย เส้นทางอพยพ และจัดทำแผนอพยพหรือแผนเผชิญภาวะฉุกเฉินที่มีคณะกรรมการฝ่ายต่างๆ (UNISDR, 2015) การฝึกซ้อมแผนอพยพแผ่นดินไหวของโรงเรียนในประเทศญี่ปุ่นที่เป็นต้นแบบระดับโลกนั้น เกิดจากความร่วมมือของโรงเรียนกับผู้เชี่ยวชาญ ครู นักเรียน และผู้ปกครอง (Nakano et al., 2020) ซึ่งตัวอย่างที่เห็นเด่นชัดจากการฝึกซ้อมอพยพอย่างต่อเนื่อง คือเมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2554 เกิดแผ่นดินไหวขนาด 9.0 แมกนิจูด ภูมิภาคโทโฮคุ (Tohoku) ทางตอนเหนือของเกาะฮอนชู ประเทศญี่ปุ่น โรงเรียนกามาอิชิ อิกากิ ซึ่งตั้งอยู่ห่างชายฝั่งเพียง 500 เมตร ไม่พบว่ามีนักเรียนและครูที่มารโรงเรียนเสียชีวิตแม้แต่คนเดียว มีเพียงนักเรียนที่ขาดเรียนอยู่บ้าน 2 คนเสียชีวิต (Shaw & Takeuchi, 2012) นั้นแสดงว่าการมีแผนอพยพและฝึกซ้อมแผนอพยพของโรงเรียนในพื้นที่เสี่ยงภัยนั้นว่ามีความสำคัญยิ่งในการช่วยลดความสูญเสียชีวิตของนักเรียน ครู รวมถึงลดความเสียหายของทรัพย์สินของโรงเรียน

ที่ผ่านมาโรงเรียนในพื้นที่เสี่ยงภัยของประเทศไทยมีการพัฒนาแผนอพยพแผ่นดินไหว และฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวน้อยมาก ที่พบส่วนใหญ่เป็นโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการสถานศึกษาปลอดภัยกับหน่วยงานองค์กรภาคเอกชน (NGO) เช่น องค์การแพลน อินเตอร์เนชั่นแนลประเทศไทย หรือร่วมฝึกซ้อมแผนอพยพจากผู้เชี่ยวชาญหน่วยงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยที่เข้ามาเป็นฝ่ายฝึกซ้อมให้ โดยที่โรงเรียนไม่มีการจัดทำแผนฝึกซ้อม ซึ่งโรงเรียนไม่สามารถดำเนินการได้เองเมื่อหน่วยงานภายนอกที่เข้ามาช่วยออกจากโรงเรียนไป Kano et al. (2007) เสนอว่า การวางแผนรับมือภาวะฉุกเฉินของโรงเรียนนั้น ขั้นต่ำโรงเรียนควรจัดทำแผนเผชิญภาวะวิกฤติ หรือแผนอพยพภัยที่โรงเรียนมีความเสี่ยง แล้วดำเนินการฝึกซ้อมแผนอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับที่ Vásquez et al. (2018) ที่กล่าวว่าการฝึกซ้อมแผนเผชิญภาวะฉุกเฉินของโรงเรียนเกิดประสิทธิภาพนั้น โรงเรียนควรพัฒนาแผนฝึกซ้อมที่ผู้บริหารเห็นความสำคัญ แล้วสร้างการมีส่วนร่วมให้ครู นักเรียน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้ามามีส่วนฝึกซ้อม จากปัญหาและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นความจำเป็นที่ต้องพัฒนาครูในโรงเรียนในพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวให้สามารถพัฒนาแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวแล้วดำเนินการฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวได้ ซึ่งนับเป็นกิจกรรมที่สำคัญยิ่งที่ควรกระตุ้นให้เกิดขึ้นและดำเนินการอย่างต่อเนื่อง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวของโรงเรียนในพื้นที่เสี่ยงภัยจังหวัดเชียงราย
2. เพื่อประเมินผลแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวของโรงเรียนในพื้นที่เสี่ยงภัยจังหวัดเชียงราย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย การพัฒนาหลักสูตรภัยพิบัติท้องถิ่นแผ่นดินไหว สำหรับโรงเรียนในพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหว ด้วยการจัดการความรู้ ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และมหาวิทยาลัยพะเยา ดำเนินการวิจัยด้วยกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) 2 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 พัฒนาแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวของโรงเรียนในพื้นที่เสี่ยงภัยจังหวัดเชียงราย

แหล่งข้อมูล ได้แก่ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาแผนและฝึกซ้อมแผนอพยพแผ่นดินไหว จากศูนย์ป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย เขต 15 เชียงราย จำนวน 2 คน และ 2) ครูที่มีประสบการณ์ในการจัดทำแผนและฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวจากโรงเรียนบ้านปางสนุก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลำปาง เขต 1 จำนวน 1 คน 3) นักวิจัย จำนวน 1 คน และ 4) ผู้บริหาร และครูที่รับผิดชอบกิจกรรมซ้อมแผนอพยพของโรงเรียนบ้านป่าแดด (เวทยาสมิทธิ์) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงราย เขต 2 ซึ่งเป็นโรงเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 3 คน รวมจำนวน 7 คน

เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ 1) แบบวิเคราะห์เอกสาร 2) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured Interview) 3) แผนฝึกซ้อมแผนอพยพแผ่นดินไหว และ 4) ประเด็นคำถามในการประชุมวิพากษ์คุณภาพ แผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหว

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. วิเคราะห์เอกสารเกี่ยวกับการพัฒนาแผนเผชิญภาวะวิกฤติของ Federal Emergency Management Agency (FEMA) (1996) Sample School Emergency Operations Plan ของ FEMA (2011) How to conduct an earthquake drill in

school ของ Philippine Institute of Volcanology and Seismology (2005) และคู่มือการฝึกซ้อมแผนป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยของ Department of Disaster Prevention and Mitigation (2015) เพื่อให้ได้องค์ความรู้สำหรับนำไปพัฒนาครูสร้างแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหว และฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหว

2. สัมภาษณ์ตัวแทนครูโรงเรียนบ้านปางสนุก ซึ่งเป็นโรงเรียนที่มีประสบการณ์ในการจัดทำและฝึกซ้อมแผนอพยพแผ่นดินไหวเนื่องจากเข้าร่วมโครงการจัดการศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมเผชิญสถานการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ร่วมกับสำนักงานความร่วมมือระหว่างประเทศของญี่ปุ่น หรือไจก้า (Japan International Cooperation Agency: JICA) และกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ในปี 2555 พร้อมทั้งศึกษาตัวอย่างแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวของ รวมถึงสัมภาษณ์ครูที่รับผิดชอบฝึกซ้อมแผนอพยพของโรงเรียนเวียงป่าเป้าวิทยาคม และโรงเรียนอนุชนาถอนุสรณ์ จังหวัดเชียงราย เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับจัดทำแพลตฟอร์มแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหว สำหรับใช้อบรมครู

3. ผู้วิจัยจัดอบรมเชิงปฏิบัติการจัดทำแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวให้กับครูโรงเรียนบ้านป่าแดด (เวทาสมิทธิ์) จังหวัดเชียงราย เป็นเวลา 12 ชั่วโมง โดยเริ่มจากสร้างความตระหนัก แล้วให้ความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ให้ศึกษาตัวอย่างแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวของโรงเรียนปางสนุก โดยมีผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาและฝึกซ้อมแผนอพยพแผ่นดินไหวมาร่วมอบรม ทั้งนี้ใช้กรอบแพลตฟอร์มแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวจากโรงเรียนปางสนุกมาปรับให้สอดคล้องกับบริบทโรงเรียน

4. ใช้กระบวนการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community: PLC) ในการพัฒนาแผนฝึกซ้อมต่อจากการฝึกอบรม จนได้ร่างแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหว

5. ผู้วิจัยศึกษา ผู้บริหาร คณะครูโรงเรียนบ้านป่าแดด (เวทาสมิทธิ์) และผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาและฝึกซ้อมแผนอพยพแผ่นดินไหวประชุมวิพากษ์ตามประเด็นเพื่อประเมินคุณภาพแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหว จากนั้นนำผลการประเมินมาปรับปรุงแก้ไขแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวก่อนนำไปทดลองใช้

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์คุณภาพแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหว จากการประชุมวิพากษ์ ด้วยการสร้างข้อสรุปอุปนัย (Analytic Induction) แล้วหาฉันทมติ

ขั้นตอนที่ 2 ประเมินผลการฝึกซ้อมแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหว ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวของโรงเรียนบ้านป่าแดด (เวทาสมิทธิ์) ที่ผู้วิจัยและครูร่วมกันพัฒนาขึ้นไปทดลองใช้เพื่อประเมินผลการฝึกซ้อมอพยพ

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ 1) ผู้บริหาร และครูโรงเรียนบ้านป่าแดด (เวทาสมิทธิ์) จำนวน 29 คน 2) นักเรียนโรงเรียนบ้านป่าแดด (เวทาสมิทธิ์) จำนวน 395 คน

เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ 1) แผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวโรงเรียนบ้านป่าแดด (เวทาสมิทธิ์) 2) แบบประเมินการฝึกซ้อมแผนอพยพแผ่นดินไหวเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) ซึ่งผู้วิจัยที่มีประเด็นการประเมิน ได้แก่ ความดังของสัญญาณแจ้งเตือนภัย การปฏิบัติตนของนักเรียนขณะได้ยินสัญญาณแจ้งเตือนภัย การปฏิบัติตนของนักเรียนขณะสัญญาณแจ้งเตือนภัยหยุด การอพยพไปตามเส้นทางที่กำหนด การปฏิบัติตนระหว่างอพยพไปจุดรวมพล การปฏิบัติตนขณะอยู่ที่จุดรวมพล ความเหมาะสมของจุดรวมพล ระยะเวลาที่ใช้อพยพออกจากอาคารไปยังจุดรวมพล ปัญหาระหว่างฝึกซ้อม/สิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข และข้อเสนอแนะที่เป็นคำถามปลายเปิด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัย ผู้ช่วยนักวิจัย ผู้บริหาร และครูโรงเรียนบ้านป่าแดด (เวทาสมิทธิ์) ร่วมประชุมทบทวนแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหว จากนั้นฝึกซ้อมแผนบนโต๊ะ (Table Top Exercise: TTX) ร่วมกันของคณะกรรมการฝึกซ้อมแผนอพยพของโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญด้านการฝึกซ้อมแผน เพื่อสร้างความเข้าใจถึงบทบาทหน้าที่ขั้นตอนการอพยพก่อนที่จะนำไปฝึกซ้อมเต็มรูปแบบที่เป็นการอพยพจริง

2. จัดฝึกอบรมทักษะการอพยพอย่างปลอดภัยให้แก่ครูและนักเรียนแกนนำก่อนวันฝึกซ้อมจริง จากนั้นชักซ้อมกับครูประจำชั้นหรือนักเรียนแกนนำในการถ่ายทอดแผนและขั้นตอนการฝึกซ้อมให้นักเรียนทุกคนเข้าใจ
3. สร้างการมีส่วนร่วมของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ผู้เชี่ยวชาญด้านการกู้ภัย ผู้นำชุมชน นักวิจัย และผู้ช่วยนักวิจัยให้เป็นผู้สังเกตการณ์ และเป็นผู้ประเมิน
4. จัดประชุมเตรียมความพร้อม ติดตามการเตรียมความพร้อมของฝ่ายต่างๆ ฝึกซ้อมอพยพแผนจริงตามกำหนดการ
5. ประเมินการฝึกซ้อม โดยผู้วิจัย ผู้ช่วยนักวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ ผู้บริหาร และครูร่วมประชุมเพื่อประเมินการซ้อมแผนตามประเด็นการประเมินในแบบประเมินการฝึกซ้อมแผนอพยพแผ่นดินไหว
6. โรงเรียนนำผลการประเมินไปปรับปรุงแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวเพื่อการฝึกซ้อมครั้งต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ผลการประเมินการฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวจากแบบประเมินการฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหว โดยการสร้างข้อสรุปอุปนัยในแต่ละประเด็น แล้วหาฉันทามติเพื่อสรุปภาพรวม

ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวของโรงเรียนในพื้นที่เสี่ยงภัย จังหวัดเชียงราย พบว่า แผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวมีองค์ประกอบหลัก 4 ส่วน ได้แก่ **1) ส่วนนำ** ได้แก่ ความนำ วัตถุประสงค์ ข้อมูลพื้นฐานของโรงเรียน ข้อมูลอาคารสถานที่ สภาพความเสี่ยงต่อภัยพิบัติของโรงเรียน แผนที่ความเสี่ยง แผนที่อพยพ (แสดงพื้นที่ปลอดภัย พื้นที่ปลอดภัย และเส้นทางอพยพ) คณะกรรมการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยของโรงเรียน **2) การวางแผนอพยพ** (การปฏิบัติตนเมื่อเกิดแผ่นดินไหว การกำหนดบทบาท หน้าที่ความรับผิดชอบ วิธีอพยพ และจุดรวมพล) **3) การฝึกซ้อมอพยพ** (วิธีปฏิบัติตนเมื่อเริ่มเกิดแผ่นดินไหว 0-2 นาทีแรก หรือได้ยินสัญญาณแจ้งเตือนภัยครั้งที่ 1 และวิธีปฏิบัติตนเมื่อ 2-5 นาที หรือได้ยินสัญญาณแจ้งเตือนภัยครั้งที่ 2 และสถานการณ์สมมุติการฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหว) **4) ตารางการฝึกซ้อมอพยพ** (ลำดับขั้นตอน การปฏิบัติ ผู้รับผิดชอบ และวัสดุ อุปกรณ์) และ **5) ภาคผนวก** (บัญชีรายชื่อนักเรียนที่มีความเปราะบาง บัญชีรายชื่อนักเรียนแต่ละระดับชั้น ระบุที่อยู่เบอร์โทรผู้ปกครอง บัญชีเครื่องมือ อุปกรณ์ในการป้องกันภัยในโรงเรียน บัญชียานพาหนะเพื่อเตรียมการอพยพ ข้อมูลหน่วยงานที่ประสานขอความช่วยเหลือ ผลการตรวจสอบคุณภาพแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวจากการประชุมวิพากษ์แล้วหาฉันทามติพบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และมีข้อเสนอแนะ ดังตาราง 1

ตาราง 1 ข้อเสนอแนะจากการประชุมวิพากษ์คุณภาพแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหว

องค์ประกอบ	ข้อเสนอแนะจากการประชุมวิพากษ์
ส่วนที่ 1 ส่วนนำ	1. ควรระบุผลกระทบของเหตุการณ์แผ่นดินไหวเชียงราย ที่ส่งผลกระทบต่อโรงเรียน รวมถึงความจำเป็นของการพัฒนาแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหว 2. ตรวจสอบเส้นทางอพยพของนักเรียนแต่ละชั้น เน้นความปลอดภัย ให้นักเรียนคล้องตัว มีพื้นที่กว้าง ไม่แคบ เบียด หรือชนกับห้องอื่นระหว่างอพยพ รวมถึงใช้เวลาน้อยที่สุดเพื่อยังจุดรวมพลที่สนามฟุตบอล 3. ให้เพิ่มแผนที่อพยพที่แสดงอาคารเรียน ชั้นเรียน ทิศทางการอพยพจากชั้นเรียนไปตามเส้นทางอพยพไปยังจุดรวมพล 4. ตรวจสอบภารกิจของคณะกรรมการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยของโรงเรียนฝ่ายต่างๆ ให้ครอบคลุม (ก่อนเกิดภัย ระหว่างเกิดภัย และหลังเกิดภัย) พร้อมระบุเบอร์โทรศัพท์
ส่วนที่ 2 การวางแผนอพยพ	1. ระบุให้ชัดเจนว่านักเรียนชั้นอนุบาล-ประถมศึกษาปีที่ 3 ให้อพยพโดยมีครูคอยแนะนำ ส่วนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้อพยพเอง 2. เพิ่มบทบาทครูระดับชั้นอนุบาล-ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ให้ตรวจสอบจำนวนนักเรียนและรายงานต่อผู้บริหาร ส่วนครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้รับฟังรายแจ้งยอดนักเรียนแล้วรายงานต่อผู้บริหาร รวมถึงระบุ

องค์ประกอบ	ข้อเสนอแนะจากการประชุมวิพากษ์
	หน้าที่ของหัวหน้าชั้น หรือตัวแทนแต่ละระดับชั้นของชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ต้องทำหน้าที่ถือธงที่ติดรายชื่อ นำอพยพออกจากห้องมายังจุดรวมพล เช็คนักเรียนสมาชิกในห้องแล้วแจ้งยอดต่อครูที่ปรึกษา
	3. เพิ่มบทบาทครูและนักเรียนแกนนำทำหน้าที่การปฐมพยาบาลและช่วยเหลือผู้ประสบภัย
ส่วนที่ 3 การฝึกซ้อมแผนอพยพ	ควรเพิ่มหมายเหตุให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าหากเพดาน หรือหลังคาของอาคารไม่แข็งแรงให้รีบเดินเร็วออกจากห้องไปยังจุดรวมพลแทนการหมอบ ป้อง เกาะอยู่ใต้โต๊ะ หรือเก้าอี้ในห้องเรียนเนื่องจากเพดาน หรือหลังคาจะพังลงมาทับ
ส่วนที่ 4 ตารางการฝึกซ้อมอพยพ	1. สัญญาณแจ้งควรใช้ไซเรนหรือกริ่งแทนโหระทึกเพราะจะช่วยกระตุ้นความรู้สึกได้ดีกว่า 2. เพิ่มระบุหน้าที่ของหัวหน้าชั้นให้ถือธงที่ติดรายชื่อนักเรียนนำแถวอพยพ และให้ผู้นำการอพยพทำหน้าที่เป่านกหวีดเมื่อสิ้นสุดสถานการณ์การฝึกซ้อม
ส่วนที่ 5 ภาคผนวก	ให้เพิ่มเบอร์โทรศัพท์ผู้ปกครองในบัญชีรายนักเรียนแต่ละระดับชั้น และนักเรียนเฝ้าระวัง ให้เพิ่มข้อมูลหน่วยงานที่ประสานขอความช่วยเหลือให้ครบถ้วนครอบคลุม ทั้งในระดับท้องถิ่น อำเภอ และระดับจังหวัด พร้อมทั้งระบุเบอร์โทรศัพท์

ตัวอย่างขั้นตอนการฝึกซ้อมแผนอพยพจากเหตุแผ่นดินไหว

วันที่.....เดือน.....ปี.....เวลา.....น.

ณ โรงเรียนบ้านป่าแดด (เวทาสมิทธิ์)

ที่	สถานการณ์	เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	วิธีปฏิบัติ	ผู้ปฏิบัติ
1	เวลา.....น. เกิดแผ่นดินไหวในประเทศไทย จุดศูนย์กลางที่อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย แรงสั่นสะเทือนจากเหตุแผ่นดินไหว ทำให้อาคารเรียนของโรงเรียนบ้านป่าแดด (เวทาสมิทธิ์) เกิดการโยกตัวและสั่นไหวอย่างรุนแรง	เสียงไซเรน 1 – 2 นาที	มุดลงใต้โต๊ะ หรือหมอบลง	ครู / นักเรียนทุกคน
2	เหตุสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวหยุดลง	หยุดเสียงสัญญาณ	ตรวจสอบสภาพร่างกายว่าไม่มีใครได้รับอาการบาดเจ็บใดๆ ให้ครูที่อยู่ประจำห้องเรียน รับผิดชอบนักเรียนแต่ละห้องให้เดินเรียงแถว (เดินเร็ว) ไปยังจุดรวมพล (สนามฟุตบอล)	ครูประจำชั้น / ครู ประจำวิชา / นักเรียน
3	เด็กนักเรียนแต่ละอาคารได้ทยอยพากันอพยพมายังจุดรวมพล (สนามฟุตบอล)	-	ครูและนักเรียนแต่ละห้อง/ชั้น พานักเรียนมาถึงยังจุดรวมพล ครูที่ได้รับมอบหมายให้เป็นผู้นำการอพยพ มารอยังจุดรวมพลตรวจเช็คจำนวนนักเรียนแต่ละชั้นเรียนครบจำนวนแล้ว เร่งให้อพยพต่อไปยังจุดอพยพ หรือพื้นที่ปลอดภัยที่กำหนด (สนามฟุตบอล) โดยนำไปตามเส้นทางอพยพที่กำหนด	ครูที่ได้รับ มอบหมายให้เป็น ผู้นำอพยพ
4	ครูที่ประจำอยู่ที่อื่นๆ ที่ไม่ใช่ชั้นเรียน	-	เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณให้ปฏิบัติตัวเหมือนกัน คือหาที่หลบและกำบังศีรษะ เมื่อแผ่นดินไหวหยุดให้เร่งเดินเป็นแถวลงจากตึกไปยังจุดรวมพล หรือพื้นที่ปลอดภัยที่กำหนด (สนามฟุตบอล)	ครูที่ประจำอยู่ใน ตึกอื่นๆ
5	สถานการณ์แผ่นดินไหวสิ้นสุดลง	-	ผู้อพยพ (ครู/นักเรียน) ทยอยเดินเข้าสู่จุดอพยพ หรือพื้นที่ปลอดภัยจนครบ	ครู / นักเรียน
สิ้นสุดสถานการณ์ฝึกซ้อมแผน				

2. ผลการประเมินการฝึกซ้อมแผนอพยพแผ่นดินไหว จากการหาฉันทามติภาพรวมอยู่ในระดับดี ทั้งนี้สรุปประเด็นการประเมิน ดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการประเมินการฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวในแต่ละประเด็น

ประเด็นการประเมิน	สรุปผลการประเมิน
1. ความดังของสัญญาณแจ้งเตือนภัย	สัญญาณแจ้งเตือนภัยเสียงดังชัดเจน ได้ยินทั่วถึงทั้งบริเวณโรงเรียน
2. การปฏิบัติตนของนักเรียนขณะได้ยินสัญญาณแจ้งเตือนภัย	นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 80 มุด หมอบ ป้อง เกาะอยู่ใต้เก้าอี้ หรือใต้โต๊ะทันทีอย่างมีสติ แต่มีบางส่วนยังไม่ตื่นตัวต้องให้ครูกระตุ้น มีบางคนผลออกจากห้องก่อน ครูต้องกำชับให้ปฏิบัติตามที่ฝึกซ้อม
3. การปฏิบัติตนของนักเรียนขณะสัญญาณแจ้งเตือนภัยหยุด	นักเรียนทุกห้องตั้งแถวตอน หักแถวถือธงนำอพยพโดยการเดินเร็วออกจากอาคารไปตามเส้นทางที่ครูกำหนดเพื่อไปยังจุดรวมพล มีบางห้องที่ส่งเสียงดัง และใช้เวลานานกว่าจะอพยพออกจากอาคาร
4. การอพยพไปตามเส้นทางที่กำหนด	นักเรียนทุกห้องเดินตามเส้นทางที่กำหนดไว้ มีบางส่วนครูคอยกำกับตลอดโดยเฉพาะนักเรียนระดับชั้นอนุบาล
5. การปฏิบัติตนระหว่างอพยพไปยังจุดรวมพล	นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 70 เดินเร็วอย่างตั้งใจ ไม่แตกแถวไปยังจุดรวมพล แต่มีบางห้องยังเล่นไม่ตั้งใจ วิ่ง หรือแตกแถว และส่งเสียงดังระหว่างอพยพ
6. การปฏิบัติตนขณะอยู่ที่จุดรวมพล	หัวหน้าห้องชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นับจำนวนสมาชิกเพื่อเช็คยอดแล้วรายงานให้ครูประจำชั้น/ประจำวิชาทราบ โดยครูตรวจสอบร่วมกับนักเรียนก่อนที่จะรายงานต่อผู้บริหารในลำดับถัดไป (นักเรียนชั้นอนุบาลถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ให้ครูประจำชั้นดำเนินการตรวจสอบยอด)
7. ความเหมาะสมของจุดรวมพล	จุดรวมพลกว้างขวาง ตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ปลอดภัย
8. ระยะเวลาที่ใช้อพยพออกจากอาคารไปยังจุดรวมพล	เวลาที่ใช้อพยพออกจากอาคารไปยังจุดรวมพลเท่ากับ 1.59 นาที (จับเวลาตั้งแต่ออกจากอาคารถึงนักเรียนห้องสุดท้ายที่ถึงจุดรวมพล) ซึ่งเป็นเวลาที่อยู่ในระดับปานกลาง
9. ปัญหาหระหว่างฝึกซ้อม/สิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข	อุปกรณ์ที่ใช้เคลื่อนย้ายนักเรียน (บพบาทสมมุติ) ที่ได้รับบาดเจ็บกรณีต่างๆ เช่น แขน ขาหัก หรือเป็นลมควรเป็นอุปกรณ์ทางการแพทย์จริง และให้ปฐมพยาบาลเบื้องต้น หรือเคลื่อนย้ายผู้ประสบภัยตามขั้นตอนที่ถูกต้อง ทั้งนี้ก่อนฝึกซ้อมจริงควรให้เจ้าหน้าที่สาธารณสุขมาฝึกอบรมให้กับนักเรียนแกนนำ ที่ทำหน้าที่ปฐมพยาบาลเบื้องต้นและช่วยเหลือผู้ประสบภัยดังกล่าว
10. ข้อเสนอแนะ	ควรกระตุ้นให้นักเรียนตื่นตัว ฝึกซ้อมให้เข้มข้นเหมือนสถานการณ์จริงมากขึ้นเพื่อใช้เวลาให้น้อยลง การมีวินัยในการเดินเร็ว และการมีสติตลอดการอพยพ รวมถึงครูจะต้องร่วมมือรวมพลังรับผิดชอบตามบทบาท หน้าที่อย่างจริงจัง โดยเฉพาะควบคุม กำกับ ติดตาม ดูแลการอพยพของนักเรียนจากอาคารไปยังจุดรวมพล รับกล่าวรายงานแจ้งยอดจากนักเรียน และรายงานต่อผู้บริหาร ทั้งอาจมีป้ายจุดบันทึกจำนวนนักเรียนในขณะรายงานเพื่อตรวจสอบนักเรียนที่สูญหาย หากดำเนินการอย่างต่อเนื่องจะกลายเป็นสัญญาณ และโรงเรียนควรดำเนินการฝึกซ้อมอย่างน้อยปีการศึกษาละ 1 ครั้ง

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการวิจัยที่พบว่า แผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากกระบวนการพัฒนาเริ่มจากวิเคราะห์เอกสารเกี่ยวกับการพัฒนาแผนเผชิญภาวะวิกฤติของ The Federal Emergency Management Agency (1996) และคู่มือการฝึกซ้อมแผนและป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยของ Department of Disaster Prevention and Mitigation (2015) เพื่อให้เข้าใจองค์ประกอบ และแนวปฏิบัติที่ถูกต้อง จากนั้นผู้วิจัยถอดบทเรียนแนวปฏิบัติที่ดีจากโรงเรียนปงสนุกที่เป็นโรงเรียนต้นแบบด้านการฝึกซ้อมแผนอพยพแผ่นดินไหว ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

สำนักงานความร่วมมือระหว่างประเทศของญี่ปุ่น หรือไจก้า และกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยมาก่อน ตรวจสอบ ประเมินแผนอพยพแผ่นดินไหวที่เป็นแนวปฏิบัติที่ดี รวมถึงสัมภาษณ์ครูที่รับผิดชอบฝึกซ้อมแผนอพยพของโรงเรียนเวียงป่าเป้าวิทยาคม และโรงเรียนขุนาณานุสรณ์เพื่อให้แนวปฏิบัติของโรงเรียนที่มีบริบทต่างกัน รวมถึงเป็นการตรวจสอบข้อมูล จากนั้นนำองค์ความรู้ทั้งจากการวิเคราะห์เอกสาร การถอดบทเรียน และการสัมภาษณ์มาสังเคราะห์และพัฒนาเป็นแพลตฟอร์มแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวอย่างง่ายเพื่อนำไปใช้ฝึกอบรมครู และให้ครูนำไปประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียนตน กระบวนการฝึกอบรมเน้นฝึกปฏิบัติจริงทีละขั้นตอน ให้ดูตัวอย่าง พาคิด พาทำ เสริมพลังให้โรงเรียนต้นแบบร่วมเป็นพี่เลี้ยงชี้แนะระหว่างฝึกอบรม กระบวนการดังกล่าวสอดคล้องกับแนวทางการถ่ายทอดความรู้แนวปฏิบัติที่ดีของ Panich (2016) รวมถึงสอดคล้องกับที่ Fielding et al. (2005) ที่มีแนวคิดว่าการถ่ายทอดผลงานการปฏิบัติที่ดีระหว่างโรงเรียนที่มีบริบทเหมือนกัน จะช่วยให้โรงเรียนที่เป็นฝ่ายรับรู้สีกมีเพื่อนร่วมทาง มีพลังที่จะขับเคลื่อนตามต้นแบบ และช่วยให้เข้าใจง่าย รวมถึงสอดคล้องกับที่ Wattanathorn (2017) ที่กล่าวว่า การพัฒนาครูจากหน่วยงานภายนอก เช่น มหาวิทยาลัยควรออกแบบชุดความรู้ให้ครูง่ายต่อการนำไปปรับใช้ให้สอดคล้องกับบริบทของแต่ละโรงเรียนมีตัวอย่างให้ดู หรือให้แนวทางที่ชัดเจนจะช่วยให้การพัฒนาเกิดประสิทธิภาพ และแนวทางการพัฒนาครูที่ Kennedy (2016) ให้แนวทางไว้ว่าชุดความรู้ในการพัฒนาครูควรท้าทาย ให้ครูต่อยอด นำไปปฏิบัติได้ ได้เลือกให้เหมาะสมกับสภาพ ปัญหา หรือความต้องการของครู จากนั้นผู้บริหาร ครู และนักเรียนประเมินความเสี่ยง จัดทำแผนที่ความเสี่ยงและทรัพยากรของโรงเรียน สถานที่ปลอดภัย เส้นทางปลอดภัย และจุดรวมพลสำหรับใช้ในการอพยพ แต่งตั้งคณะกรรมการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยของโรงเรียนฝ่ายต่างๆ ตามบทบาท หน้าที่ที่เหมาะสม ได้แก่ ฝ่ายป้องกันและเตรียมความพร้อม ฝ่ายเฝ้าระวังและแจ้งเตือนภัย ฝ่ายสื่อสารและประชาสัมพันธ์ ฝ่ายอพยพ ฝ่ายปฐมพยาบาล ฝ่ายประสานงาน ฝ่ายค้นหาและกู้ภัย และฝ่ายฟื้นฟูบูรณะ โดยมีผู้อำนวยการเป็นผู้บัญชาเหตุการณ์ (Incident Commander) และมีนักเรียนแกนนำเข้ามามีส่วนร่วมทำงานกับครูในคณะกรรมการแต่ละฝ่ายด้วย จากนั้นร่างแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวตามแนวทางที่ได้รับจากการฝึกอบรม ผู้วิจัย ผู้เชี่ยวชาญด้านการฝึกซ้อมแผนอพยพ ผู้บริหาร และตัวแทนครูประชุมวิพากษ์คุณภาพแผนอพยพแผ่นดินไหวในประเด็นเกี่ยวกับความครบถ้วน ความถูกต้อง และความเหมาะสมขององค์ประกอบ บทบาท หน้าที่ การปฏิบัติ ลำดับขั้นตอน รวมถึงความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์ ซึ่งเป็นการดำเนินการตามแนวทางของการฝึกซ้อมแผนอพยพแผ่นดินไหวของ Department of Disaster Prevention and Mitigation (2015) และแนวทางการพัฒนาแผนฝึกซ้อมแผนอพยพแผ่นดินไหวของ Banpongsanook School (2015) สอดคล้องกับที่ Disaster Preparedness Asia Pacific (2017) กล่าวว่า แผนอพยพแผ่นดินไหวต้องให้ทุกคนในองค์กรมีส่วนร่วมรับผิดชอบมีทีมนำ ทีมเผชิญภาวะฉุกเฉิน หรือคณะกรรมการฝ่ายต่างๆ ให้ครอบคลุม และสร้างความเข้าใจร่วมกันในการปฏิบัติหน้าที่ทั้งก่อน ระหว่าง และหลังอพยพ รวมถึงมีการปรับปรุงแผนอพยพให้เป็นปัจจุบันและพร้อมดำเนินการอยู่ตลอดเวลา และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Vásquez et al. (2018) ที่กล่าวว่า ปัจจัยที่ช่วยในการฝึกซ้อมแผนเผชิญภาวะฉุกเฉินของนักเรียนในโรงเรียนเกิดประสิทธิภาพนั้นเกิดจากโรงเรียนมีการพัฒนาแผนฝึกซ้อมอันเกิดจากการเห็นความสำคัญความรับผิดชอบ และความเข้าใจของผู้บริหาร แล้วสร้างการมีส่วนร่วมให้ครู นักเรียน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้ามามีส่วนฝึกซ้อม รวมถึงการมีผู้เชี่ยวชาญด้านการฝึกซ้อมแผนอพยพแผ่นดินไหวเข้ามามีส่วนร่วมตั้งฝึกอบรมครู และร่วมเป็นพี่เลี้ยงในการพัฒนาแผนฝึกซ้อมกับทีมงานโรงเรียน และนักวิจัย ถึงแม้ว่าการพัฒนาแผนอพยพครั้งนี้ยังไม่ได้ให้ผู้ปกครองเข้ามามีส่วนร่วม ดังที่ Kawasaki et al. (2020) เสนอว่า โรงเรียนในพื้นที่เสี่ยงภัยที่สามารถเป็นศูนย์อพยพควรให้ผู้ปกครองเข้ามามีส่วนร่วมในการวางแผนอพยพเพื่อเป็นหลักประกันความปลอดภัยในชีวิตของนักเรียน ภายหลังการประชุมวิพากษ์ผู้บริหาร คณะครูนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวก่อนนำไปทดลองใช้ ซึ่งแผนอพยพดังกล่าวมีคุณภาพสามารถนำไปใช้ได้ สอดคล้องกับที่ Kano et al. (2007) กล่าวว่า แผนฝึกซ้อมภาวะฉุกเฉินของโรงเรียนในลอสแอนเจลิสที่สร้างขึ้นส่วนใหญ่ยังไม่ได้มาตรฐานตามระบบการจัดการภาวะฉุกเฉินตามคำสั่งของภาครัฐ แต่สิ่งสำคัญ คือ การรับรู้ของครูและการมีส่วนร่วมของครู นักเรียน และหน่วยงานต่างๆ ในการฝึกซ้อม และปรับปรุงแผนให้เป็นปัจจุบันและพร้อมใช้อย่างต่อเนื่อง

2. จากผลการวิจัยที่พบว่า ผลการประเมินการฝึกซ้อมแผนอพยพแผ่นดินไหวอยู่ในระดับดี ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากดำเนินการฝึกซ้อมตามแนวทางที่ถูกต้อง สอดคล้องกับบริบทโรงเรียน ที่เริ่มจากผู้บริหาร ครู และนักเรียนประเมินความเสี่ยงภัย

แผ่นดินไหวในโรงเรียน จัดทำแผนที่เสี่ยงภัย เส้นทางอพยพ และจุดปลอดภัยสำหรับใช้เป็นจุดรวมพลในการอพยพ แต่งตั้งคณะกรรมการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยของโรงเรียน และจัดทำแผนอพยพแผ่นดินไหวของโรงเรียน ซึ่งเป็นไปตามเสาหลักที่ 2 การบริหารจัดการภัยพิบัติในสถานศึกษา (School Disaster Management) ตามกรอบแนวคิดความปลอดภัยรอบด้านในโรงเรียน (School Safety) (UNISDR, 2017) ที่มีการทำงานร่วมกับนักวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ หน่วยงานภาครัฐอย่างบูรณาการ โดยให้บทบาทสำคัญของโรงเรียนมีส่วนร่วมมากกว่าที่จะดำเนินการตามหน่วยงานภายนอกโรงเรียน สอดคล้องกับที่ Nakano et al. (2020) ที่วิจัยพบว่า การฝึกซ้อมแผนอพยพสัปดาห์ของโรงเรียนประถมในประเทศญี่ปุ่นมีประสิทธิภาพนั้นเกิดจาก ที่โรงเรียนมีส่วนร่วมกับผู้เชี่ยวชาญภายนอกอย่างแท้จริงในทุกขั้นตอนเพราะมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ ลงมือปฏิบัติ การสื่อสารถ่ายทอดความรู้สู่ครู และนักเรียนมีความชัดเจน สอดคล้องกับที่ Saardiam (2018) ที่กล่าวว่า การซ้อมแผนอพยพของโรงเรียนความสำเร็จอยู่ที่โรงเรียนสามารถดำเนินการฝึกซ้อมจากการมีส่วนร่วมของครู นักเรียนเป็นหลัก และสามารถดำเนินการเองได้ หลังจากทีหน่วยงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยในท้องถิ่นช่วยเป็นแกนนำในการฝึกซ้อมในระยะเริ่มต้น ซึ่งจะนำไปสู่ความยั่งยืน กระบวนการฝึกซ้อมมีการฝึกซ้อมมีขั้นตอนที่เหมาะสม มีการประยุกต์จากแนวคิด และแนวปฏิบัติที่ทั้งจากต่างประเทศ และในประเทศให้สอดคล้องกับบริบทโรงเรียนให้สามารถนำไปใช้ได้จริง (FEMA, 2011; Nova Scotia, Department of Education, 2008; Philippine Institute of Volcanology and Seismology, 2005; Banpongsonook School, 2015) มีการทบทวนแผนอพยพแผ่นดินไหว แล้วฝึกซ้อมแผนบนโต๊ะร่วมกันของคณะกรรมการฝึกซ้อมแผนอพยพของโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญด้านการฝึกซ้อมแผน เพื่อสร้างความเข้าใจถึงบทบาทหน้าที่ขั้นตอนการอพยพก่อนที่จะนำไปฝึกซ้อมเต็มรูปแบบที่เป็นารอพยพจริง มีจัดฝึกอบรมทักษะการอพยพอย่างปลอดภัยให้แก่ครูและนักเรียนแกนนำก่อนวันฝึกซ้อม จากนั้นซักซ้อมกับครูประจำชั้นหรือนักเรียนแกนนำในการถ่ายทอดแผนและขั้นตอนการฝึกซ้อมให้นักเรียนทุกคนเข้าใจ ออกแบบการมีส่วนร่วมของเจ้าหน้าที่ท้องถิ่น ผู้เชี่ยวชาญด้านการกู้ภัย ผู้นำชุมชน และนักวิจัยให้เป็นผู้สังเกตการณ์ และเป็นผู้ประเมิน จัดประชุมเตรียมความพร้อม ติดตามการเตรียมความพร้อมของฝ่ายต่างๆ ฝึกซ้อมอพยพแผนจริงตามกำหนดการ แล้วประเมินการฝึกซ้อม ทำรายงานและปรับปรุงแผนเพื่อการฝึกซ้อมครั้งต่อไป การดำเนินการดังกล่าวจึงทำให้ผลการประเมินฝึกซ้อมแผนอยู่ในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับที่ Hosseini and Izadkhah (2006) เสนอว่าจุดเน้นของโรงเรียนในการพัฒนาแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวคือการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของแต่ละฝ่าย การนำแผนไปใช้ฝึกซ้อม และมีการปรับปรุงแผนอย่างต่อเนื่อง Yosritzal et al. (2019) จากมหาวิทยาลัยอันดาลาลัส ประเทศอินโดนีเซีย เจ้าหน้าที่แจ้งเตือนภัยสึนามิของเมืองปาดัง และองค์กรภาคเอกชน (NGOs) ได้ร่วมประเมินการซ้อมแผนอพยพสัปดาห์ของโรงเรียนประถมศึกษาในเมืองปาดัง ซึ่งเน้นระยะทางในการอพยพ ความเร็วในการอพยพ และการวางแผนอพยพ เพื่อนำผลไปปรับปรุงแผนอพยพสำหรับให้นักเรียนอพยพไปยังศูนย์พักพิงชั่วคราวได้อย่างปลอดภัย ซึ่งเวลาที่ใช้ในการอพยพเป็นประเด็นสำคัญของการซ้อมแผนที่มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ระยะเวลาการรับรู้เหตุ ระยะเวลาการตอบสนอง ความหนาแน่นของคน ความเร็วในการเคลื่อนที่ ลักษณะของเส้นทางอพยพ เช่น ขนาดความกว้างหรือแคบหรือแนวราบ แนวโค้ง (Nooiad & Kritmaitree, 2010) การซ้อมแผนอพยพครั้งนี้ดำเนินการให้สอดคล้องกับบริบทโรงเรียนที่กำลังเริ่มต้นเน้นการนำไปใช้ได้จริงก่อน ซึ่งอาจยังไม่ได้มาตรฐานเท่ากับต่างประเทศดังเช่น งานวิจัย Chen et al. (2020) ที่ใช้กล้องวิดีโอในการบันทึกพฤติกรรมอพยพแผ่นดินไหวของนักเรียนระหว่างการอพยพด้วยตนเอง กับการอพยพที่มีครูแนะนำเพื่อนำมาปรับปรุงการฝึกซ้อมให้มีประสิทธิภาพ สิ่งที่น่ากังวล คือ โรงเรียนอาจไม่ดำเนินการฝึกซ้อมแผนอย่างต่อเนื่อง หากมีการย้าย เกษียณอายุของผู้บริหาร หรือครูผู้รับผิดชอบ หรือขาดการเสริมพลัง ซึ่งสอดคล้องกับที่ Sakurai et al. (2017) พบว่า ภายหลังจากที่หน่วยงาน ผู้เชี่ยวชาญ ตัวแทนภาครัฐ และเอกชนที่เข้าไปร่วมสนับสนุนการฝึกซ้อมแผนอพยพ หรือหลักสูตรและการเรียนการสอนภัยพิบัติของโรงเรียนประถมศึกษาในเมืองบันดาอาเจะฮ็อกกามา โรงเรียนก็ไม่ดำเนินกิจกรรมต่อเนื่อง ไม่สามารถดำเนินกิจกรรมเอง หรือพึ่งพาตนเองได้ ผู้บริหารไม่ตระหนักเห็นความสำคัญจึงทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่อง ดังนั้นความตระหนักของผู้บริหาร และครูจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้การฝึกซ้อมแผนเกิดความยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 แผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวที่พัฒนาขึ้นนี้ โรงเรียนในพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะกับบริบทโรงเรียนของตน ซึ่งแต่ละโรงเรียนอาจเพิ่มภัยอัคคีภัยเข้าไปด้วย ทั้งนี้ให้คงจุดเน้น ที่การปฏิบัติตนของคณะกรรมการฝ่ายๆ ต่างอย่างถูกต้องโดยเฉพาะการปฏิบัติตนของนักเรียน ซึ่งนอกจากจะต้องถูกต้องแล้ว การมีสติ การมีวินัย ความรวดเร็ว รวมถึงการปรับใช้ในสถานการณ์จริง หากเกิดสถานการณ์รุนแรง (กรณีตั้งแถวแล้วอพยพ ควรปรับไม่จำเป็นต้องตั้งแถว) ก็เป็นสิ่งสำคัญที่ควรเน้นย้ำ ปลุกฝังให้เกิดขึ้นกับนักเรียนจนเป็นสัจจะคุณธรรม

1.2 การฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวของโรงเรียนที่เริ่มพัฒนาแผนอพยพ ช่วงเริ่มต้นควรให้ผู้เชี่ยวชาญ ในการซ้อมแผนอพยพช่วยเป็นที่ปรึกษา แต่หลังจากนั้นควรดำเนินการเองโดยการมีส่วนร่วมของผู้บริหาร ครู และนักเรียนเป็นหลัก และขอรับการสนับสนุนจากหน่วยงานในท้องถิ่นเข้ามามีส่วนร่วม

1.3 ควรมีการฝึกซ้อมอพยพอย่างต่อเนื่องอย่างน้อยปีการศึกษาละ 1 ครั้ง หรือหากโรงเรียนอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยมากควรฝึกซ้อมอพยพภาคเรียนละ 1 ครั้ง ควรเน้นการประเมินเพื่อพัฒนาอัตราเร็ว หรือเวลาในการอพยพของนักเรียนแต่ละระดับชั้นจากชั้นเรียน ตามเส้นทางอพยพมายังจุดรวมพล และเวลารวมของทุกระดับชั้น โดยอาจปรับเส้นทางการอพยพให้เหมาะสม ฝึกทักษะการรับรู้ และตอบสนองของนักเรียนให้เร็วขึ้นเพื่อให้นักเรียนรวมถึงการใช้กล้องบันทึกวิดีโอการอพยพของนักเรียนแต่ละชั้นเพื่อนำศึกษาพฤติกรรมในการอพยพ แล้วปรับปรุงการปฏิบัติตนในการอพยพแผ่นดินไหวของนักเรียนให้ถูกต้อง

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรวิจัยประเมินการฝึกซ้อมแผนฝึกซ้อมอพยพแผ่นดินไหวที่ให้ผู้ปกครองเข้ามามีส่วนร่วม โดยจำลองสถานการณ์ที่ผู้ปกครองต้องไปรับนักเรียนที่ศูนย์พักพิงชั่วคราวกรณีโรงเรียนไม่ปลอดภัย

2.2 ควรวิจัยประเมินการซ้อมแผนอพยพแผ่นดินไหวที่นำเทคนิคใหม่ เช่น เทคนิค Virtual Reality เข้าไปใช้ซ้อมแผนอพยพให้มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะประเด็นอัตราเร็วในการอพยพ และการปฏิบัติตนที่ถูกต้อง

References

- Ban Pongsanook School. (2015). *Earthquake evacuation plan*. Mimeograph. [in Thai]
- Department of Disaster Prevention and Mitigation. (2015). *Guideline for disaster prevention and mitigation drill*. Retrieved from <https://www.disaster.go.th/en/>
- Chen, M., Tang, T. O., Song, Z., Guo, R. Y., & Huang, H. J. (2020). Empirical investigation of child evacuation under non-emergency and emergency situations. *Journal of Transportation Safety & Security*. DOI: 10.1080/19439962.2020.1793858
- Chiang Rai Disaster Prevention and Mitigation Office. (2014). *Chiang Rai earthquake damage report*. Retrieved August 10, 2014, from <https://dpmcr.wordpress.com/2014/06/02> [in Thai]
- Consortium for Disaster Education Indonesia. (2011). *A framework of school-based disaster preparedness*. Retrieved December 10, 2014, from http://www.preventionweb.net/.../26013_26008aframeworkofschool
- Disaster Preparedness Asia Pacific. (2017). *Earthquake action plan*. Retrieved July 19, 2018, from <https://assets.libertyspecialtymarketsap.com/news-articles1/disaster-preparedness-earthquake/earthquake-action-plan/>

- Fielding, M., Bragg, S., Craig, J., Cunningham, I., Eraut, M., Gillinson, S., Horne, M., Carol Robinson, C., & Thorp, J. (2005). *Factors influencing the transfer of good practice*. Research report. Retrieved May 5, 2020, from <https://www.dera.ioe.ac.uk/21001/1/RR615.pdf>
- Heath, M. A., Ryan, K., Dean, B., & Bingham, R. (2007). History of school safety and psychological first aid for children. *Brief Treatment and Crisis Intervention*, 7(3), 206-223. DOI: 10.1093/brief-treatment/mhm011
- Hosseini, M., & Izadkhah, Y.O. (2006). Earthquake disaster risk management planning in schools. *Disaster Prevention and Management*, 15(4), 649-661. DOI:10.1108/09653560610686595
- Jantakoon, J. (2015). Disaster education: learning approach to disaster preparedness activities (part 1). *Journal of Education Naresuan University*, 17(4), 188-201. [in Thai]
- Kano, M., Marizen, R., Ybarra, W. J., Frias, G., & Bourque, L. B. (2007). Are schools prepared for emergencies? A baseline assessment of emergency preparedness at school sites in three. *Education and Urban Society*, 39(3), 399-422. DOI: 10.1177/0013124506298130
- Kawasaki, H., Yamasaki, S., Rahman, M., Murata, Y., Iwasa, M., & Teramoto, C. (2019). Teachers-parents cooperation in disaster preparation when schools become as evacuation centers. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 44. DOI: 10.1016/j.ijdr.2019.101445.
- Kennedy, M. (2016). How does professional development improve teaching? *Review of Educational Research*, 86(4), 945 –980. DOI: 10.3102/0034654315626800
- Koichi Shiwaku and Glenn Fernandez (2011). Roles of school in disaster education. *Environment and disaster risk management*, 7, 45–75 Doi:10.1108/S2040-7262(2011)0000007009
- Kawasaki, H., Yamasaki, H., Rahman, Md. M., Murata, Y., Iwasa, M., and Teramoto, C. (2020). Teachers-parents cooperation in disaster preparation when schools become as evacuation centers. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, doi: 10.1016/j.ijdr.2019.101445
- Kruhl, J. H., Adhikari, R., & Dorka, U. E. (2018). Earthquakes as events of inter-and intra-disciplinary character— with special reference to the Gorkha 2015 Earthquake in Nepal. In *Living Under the Threat of Earthquakes* (pp. 1-24). Springer, Cham.
- Mutch, C. (2015). The role of schools in disaster settings: Learning from the 2010 – 2011 New Zealand earthquakes. *International Journal of Educational Development*, 41, 283–291. DOI: 10.1016/j.ijedudev.2014.06.008
- Nakano, G. Yamori, K., Miyashita, T., Urra, L., Mas, E., & Koshimura, S. (2020). Combination of school evacuation drill with tsunami inundation simulation: Consensus-making between disaster experts and citizens on an evacuation strategy. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 51. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101803>
- Nooiad, C., & Kritmaitree, P. (2010). A program for building evacuation time calculation. *Kasetsart Engineering Journal*, 73(23), 61-74. [in Thai]
- Nova Scotia, Department of Education. (2008). *Emergency management plan: template*. Retrieved May 19, 2016, from <https://www.ednet.ns.ca/docs/emp-plantemplatweb.pdf>
- Panich, W. (2016). *New horizon in knowledge management*. Bangkok: Parbpim Limited Partnership. [in Thai]
- Philippine Institute of Volcanology and Seismology. (2005). *How to conduct an earthquake drill in school*. Retrieved March 9, 2015, from <http://depedcavite.com.ph/wp-content/uploads/2017/04/Earthquake-Drill.pdf>

- Ronan, K., & David, J. (2005). *Promoting community resilience in disasters: The role for schools, youth, and families*. New York, NY: Springer.
- Saardiam, A. (2018, May 18). Training Director of Chiang Rai Disaster Prevention and Mitigation Office. *Interview*. [in Thai]
- Sakurai, A., Bisri, M. B. F., Oda, T., Oktari, R. S., & Murayama, Y. (2017). Assessing school disaster preparedness by applying a comprehensive school safety framework: A case of elementary schools in Banda Aceh City. *Earth and Environmental Science*, 56. DOI: 10.1088/1755-1315/56/1/012021
- Shaw, R., & Takeuchi, Y. (2012). *Knowledge note 2-3 cluster2: Nonstructural measures the education sector*. Retrieved August 10, 2017, from https://www.preventionweb.net/files/29163_drmkn231.pdf
- The Federal Emergency Management Agency. (1996). *Guide for all-hazard emergency operations planning*. Retrieved October 10, 2015, from <https://www.fema.gov/pdf/plan/slg101.pdf>
- The Federal Emergency Management Agency. (2011). *Sample school emergency operations plan*. Retrieved December 9, 2015, from <https://training.fema.gov/programs/emischool/el361toolkit/assets/sampleplan.pdf>
- UNISDR. (2015). *Comprehensive school safety*. Retrieved August 10, 2017, from https://schools.aidr.org.au/media/4853/unisdr_css-framework_0117.pdf
- Vásqueza, A., Marinkovic, K., Bernales, M., León, J., González, J., & Castro, S. (2018). Children's views on evacuation drills and school preparedness: Mapping experiences and unfolding perspectives. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 28, 165–175. DOI: 10.1016/j.ijdr.2018.03.001
- Wang, J. (2016). Study on the context of school-based disaster management. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 19, 224–234. DOI: 10.1016/j.ijdr.2016.08.005
- Wattanathorn, A. (2017, March 19). Assistant Professor, University of Phayao. *Interview*. [in Thai]
- Yosritza, Kemal, B. M., Syafwan, M., Junaidi, P. H., Dewi, P. R., & Aksellia, I. (2019). Evaluation of tsunami evacuation planning of the primary school student in Padang, *MATEC Web Conf*, 276. DOI: 10.1051/mateconf/201927602018

บทความวิชาการ (Academic Article)

โมเดลทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบผสมพหุระดับ
MULTILEVEL MIXTURE ITEM RESPONSE THEORY MODEL

Received: July 7, 2020

Revised: August 4, 2020

Accepted: August 11, 2020

ธีรุตม์ สุขสกุลวัฒน์^{1*} ณัฐภรณ์ หลาวทอง² และสิวะโชติ ศรีสุทธียากร³
Teerut Suksakulwat^{1*} Nuttaporn Lawthong² and Siwachoat Srisuttiyakorn³^{1,2,3}คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย^{1,2,3}Faculty of Education, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: teerut1234@gmail.com

บทคัดย่อ

โมเดลทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) มีสมมติฐานข้อหนึ่งว่าผู้สอบต้องมาจากประชากรที่มีภาวะเอกพันธ์กันเพียงกลุ่มเดียว เพื่อแสดงนัยถึงความไม่แปรเปลี่ยนของการวัด อย่างไรก็ตามสมมติฐานดังกล่าวอาจเป็นการฝ่าฝืนธรรมชาติของข้อมูล เนื่องจากโดยทั่วไปผู้สอบในประชากรเดียวกันอาจมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันได้ นอกจากนี้โมเดล IRT ยังมีการละเลยต่อโครงสร้างพหุระดับของข้อมูล ซึ่งอาจก่อให้เกิดข้อผิดพลาดในการสรุปผลอันเนื่องมาจากการรวมระดับ ด้วยเหตุนี้จึงมีการรวมโมเดล IRT เข้ากับโมเดลกลุ่มแฝงและโมเดลพหุระดับ เรียกว่าโมเดลทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบผสมพหุระดับ (multilevel mixture IRT) เพื่อผ่อนคลายข้อจำกัดดังกล่าว

คำสำคัญ: โมเดลทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ กลุ่มแฝง ข้อมูลพหุระดับ

Abstract

Item response theory (IRT) model has an assumption that test takers must come from a single homogeneous population to imply the invariance of measurement. However, this assumption may violate the nature of the data, as in general, test takers in the same population may have different characteristics. In addition, the IRT model still neglects the multilevel structure of the data, which may cause less accurate results due to aggregation. For this reason, IRT model is integrated with latent class model and multilevel model, multilevel mixture IRT model, to relax the limitations.

Keywords: Item Response Theory Model, Latent Class, Multilevel Data

บทนำ

โมเดลทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) เป็นตัวแบบที่อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างผลการตอบซึ่งเป็นค่าที่สังเกตได้กับคุณลักษณะแฝงของผู้สอบและข้อสอบ โดยในช่วงเริ่มต้นโมเดล IRT ถูกนำมาใช้เกี่ยวกับการวัดผลทางการศึกษา (Lord & Novick, 1968, p. 13) ต่อมาจึงมีการนำไปประยุกต์ใช้กับศาสตร์แขนงอื่น เช่น จิตวิทยา การแพทย์ การประเมินบุคลิกภาพ จนปัจจุบันโมเดล IRT ได้รับการยอมรับโดยทั่วไปว่ามีข้อได้เปรียบเหนือกว่าโมเดลทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม เนื่องจากโมเดล IRT มีข้อด้อยเบื้องต้นหลายประการ เช่น ความเป็นเอกมิติ (Unidimensionality) ความเป็นอิสระ (Local Independence) ความไม่แปรเปลี่ยน

(Invariance) และการเป็นฟังก์ชันต่อเนื่อง (Continuous Function) ที่สามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นของการตอบถูกกับคุณลักษณะแฝง (Kanjanawasee, 2012, pp. 75-78; Reckase, 2009, pp. 12-14)

จากข้อตกลงเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยน โมเดล IRT มีสมมติฐานว่าผู้สอบทุกคนต้องมาจากประชากรที่มีภาวะเอกพันธ์กันเพียงกลุ่มเดียว (Single Homogeneous Population) เพื่อแสดงนัยว่าโค้งลักษณะข้อสอบ (ICCs: Item Characteristic Curves) เพียงชุดเดียวสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผลการตอบกับคุณลักษณะแฝงที่เกี่ยวข้องได้ กล่าวคือ ICCs จะมีความคงที่ข้ามกลุ่มผู้สอบและข้ามชุดข้อสอบ ส่งผลให้พารามิเตอร์ของข้อสอบไม่แปรเปลี่ยนไปตามกลุ่มผู้สอบ และความสามารถของผู้สอบไม่แปรเปลี่ยนไปตามชุดข้อสอบ (Kanjanawasee, 2012, pp. 62-63) อย่างไรก็ตาม สมมติฐานดังกล่าวอาจเป็นการฝ่าฝืนธรรมชาติของข้อมูลเนื่องจากโดยทั่วไปผู้สอบในประชากรเดียวกันอาจจะมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันได้ เช่น นักเรียนจากโรงเรียนเดียวกันอาจมีแบบแผนการตอบ (Response Pattern) ข้อสอบที่แตกต่างกันมาก จนอาจเชื่อได้ว่าผู้สอบน่าจะมาจากประชากรกลุ่มย่อย (Subpopulation) คนละกลุ่มมากกว่า (Tay et al., 2011, pp. 184-185)

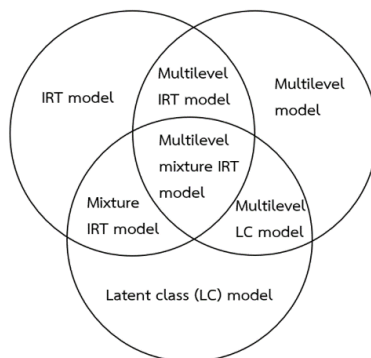
จากข้อจำกัดดังกล่าวจึงมีการบูรณาการรวมโมเดล IRT เข้ากับโมเดลกลุ่มแฝง (LC: Latent Class) เรียกว่า โมเดลทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบผสม (MixIRT: Mixture IRT) เพื่อผ่อนคลายปัญหาจากการฝ่าฝืนข้อตกลงความไม่แปรเปลี่ยน กล่าวคือ โมเดล MixIRT จะยอมให้พารามิเตอร์ในโมเดลมีค่าแตกต่างกันได้ตามกลุ่มแฝงหรือกลุ่มย่อยของประชากร (Rost, 1990, pp. 271-272)

นอกจากนี้ธรรมชาติของข้อมูลทางการศึกษา ยังพบว่าข้อมูลในระดับล่างมักซ้อน (Nested) อยู่ภายใต้ข้อมูลในระดับบน เช่น ข้อมูลนักเรียนซ้อนอยู่ภายใต้ห้องเรียน ห้องเรียนซ้อนอยู่ภายใต้โรงเรียน เป็นต้น เรียกว่าข้อมูลพหุระดับ (Multilevel Data) ทั้งนี้ หากโมเดล MixIRT มีการละเลยโครงสร้างพหุระดับของข้อมูล ก็อาจส่งผลทำให้การตรวจสอบจำนวนกลุ่มแฝงของประชากรขาดความถูกต้อง รวมถึงการประมาณค่าพารามิเตอร์ยังอาจมีแนวโน้มคลาดเคลื่อนไปจากค่าจริง (Lee et al., 2018, pp. 151-152; Sen et al., 2019, pp. 273) ด้วยเหตุนี้จึงมีการบูรณาการรวมโมเดล MixIRT เข้ากับโมเดลพหุระดับ เรียกว่า โมเดลทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบผสมพหุระดับ (MMixIRT: Multilevel Mixture IRT) เพื่อผ่อนคลายข้อจำกัดที่เกิดขึ้น

จากการบูรณาการระหว่างโมเดล IRT โมเดล LC และโมเดลพหุระดับ ทำให้โมเดล MMixIRT มีคุณสมบัติในการให้สารสนเทศเชิงปริมาณเกี่ยวกับคุณลักษณะแฝงตามแนวคิดโมเดล IRT และให้สารสนเทศเชิงคุณภาพเกี่ยวกับกลุ่มแฝงตามแนวคิดโมเดล LC รวมถึงมีการคำนึงถึงโครงสร้างของข้อมูลตามแนวคิดโมเดลพหุระดับ โมเดล MMixIRT จึงสามารถให้สารสนเทศที่ครอบคลุมและสอดคล้องกับธรรมชาติของข้อมูลมากกว่าโมเดลทั่วไป โดยเฉพาะข้อมูลการทดสอบขนาดใหญ่หรือการทดสอบระดับชาติ ซึ่งมีผู้เข้าทดสอบเป็นนักเรียนที่มีคุณลักษณะหลากหลายจากโรงเรียนต่างๆ ทั่วประเทศ หรือจากประเทศต่างๆ ทั่วโลก

องค์ประกอบของโมเดล MMixIRT

องค์ประกอบของโมเดล MMixIRT สามารถแสดงได้ดังภาพ 1 และอาจนำไปเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ตัวแปรแฝงรูปแบบอื่นๆ ได้ดังตาราง 1



ภาพ 1 องค์ประกอบของโมเดล MMixIRT

ที่มา: Cho (2007, p. 18)

ตาราง 1 โมเดลการวิเคราะห์ตัวแปรแฝง

โครงสร้างข้อมูล	ตัวแปรแฝง	ตัวแปรสังเกตได้	
		ต่อเนื่อง (continuous)	จัดกลุ่ม (categorical)
ระดับเดียว (single-level)	ต่อเนื่อง (continuous)	การวิเคราะห์องค์ประกอบ (FA: factor analysis)	ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT: item response theory)
	จัดกลุ่ม (categorical)	การวิเคราะห์โปรไฟล์แฝง (LP: latent profile analysis)	การวิเคราะห์กลุ่มแฝง (LC: latent class analysis)
	ต่อเนื่อง/จัดกลุ่ม (mixed)	การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบผสม (MixFA: mixture FA)	ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบผสม (MixIRT: mixture IRT)
พหุระดับ (multilevel)	ต่อเนื่อง (continuous)	การวิเคราะห์องค์ประกอบพหุระดับ (multilevel FA)	ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบพหุระดับ (multilevel IRT)
	จัดกลุ่ม (categorical)	การวิเคราะห์โปรไฟล์แฝงพหุระดับ (multilevel LP)	การวิเคราะห์กลุ่มแฝงพหุระดับ (multilevel LC)
	ต่อเนื่อง/จัดกลุ่ม (mixed)	การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบผสมพหุระดับ (MMixFA: multilevel mixture FA)	ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบผสมพหุระดับ (MMixIRT: multilevel mixture IRT)

ที่มา: Lubke and Muthén (2005, p. 23); Tay et al. (2011, p. 182)

การบูรณาการองค์ความรู้ระหว่างโมเดล

1. โมเดลทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT)

โมเดล IRT เป็นโมเดลที่อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างโอกาสในการตอบถูกกับคุณลักษณะของข้อสอบและผู้สอบ ในรูปโค้งลักษณะข้อสอบ (ICCs) หรือฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบ ซึ่งนิยามเขียนอยู่ในรูปฟังก์ชันโลจิส (Kanjawasee, 2012, pp. 53-54)

ข้อตกลงสำคัญของโมเดล IRT มี 3 ประการ คือ 1) ความเป็นเอกมิติ หมายถึงข้อสอบทุกข้อมุ่งวัดเพียงความสามารถเดียว 2) ความเป็นอิสระ กล่าวคือผลการตอบข้อสอบข้อเดียวกันของผู้สอบแต่ละคนจะเป็นอิสระจากกัน (ความเป็นอิสระระหว่างผู้สอบ) และผลการตอบข้อสอบแต่ละข้อของผู้สอบคนเดียวกันจะเป็นอิสระจากกัน (ความเป็นอิสระระหว่างข้อสอบ) ด้วยคุณสมบัติดังกล่าว พารามิเตอร์ของผู้สอบและข้อสอบจึงไม่แปรเปลี่ยนไปตามกลุ่มผู้สอบหรือชุดข้อสอบ และ 3) การเป็นฟังก์ชันต่อเนื่องที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของคุณลักษณะแฝงกับความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบได้ถูก (Kanjawasee, 2012, pp. 75-78)

ในบทความนี้จะขอแนะนำโมเดล IRT ในรูปฟังก์ชันโลจิสที่มีการตรวจให้คะแนนได้ 2 ค่า (Dichotomous Scoring) เท่านั้น เนื่องจากแบบสอบถามมาตรฐานที่นิยมใช้ทั่วไปมักเป็นข้อสอบปรนัยแบบหลายตัวเลือกที่มีการตรวจให้คะแนนเป็นถูกกับผิด รายละเอียดของโมเดลมีดังนี้

1.1 โมเดลโลจิส 1 พารามิเตอร์ (1PL) หรือโมเดล Rasch

โมเดล Rasch มีฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบดังสมการ (1) ซึ่งแสดงถึงความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบ i ได้ถูกต้องของผู้สอบ j ($y_{ij} = 1$ คือ ตอบถูก; $y_{ij} = 0$ คือ ตอบผิด)

$$P(y_{ij}=1 | \theta_j) = \frac{1}{1 + \exp[-(\theta_j - b_i)]} \quad (1)$$

เมื่อ θ_j คือ พารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ j ภายใต้สมมติฐานว่าผู้สอบทุกคนมาจากประชากรเพียงกลุ่มเดียว โดย $\theta_j \sim N(0,1)$ และ b_i คือพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ i

1.2 โมเดลโลจิส 2 พารามิเตอร์ (2PL)

โมเดล 2PL มีฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบดังสมการ (2)

$$P(y_{ij}=1|\theta_j) = \frac{1}{1 + \exp[-a_i(\theta_j - b_i)]} \quad (2)$$

เมื่อ a_i คือ พารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ i

1.3 โมเดลโลจิส 3 พารามิเตอร์ (3PL)

โมเดล 3PL มีฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบดังสมการ (3)

$$P(y_{ij}=1|\theta_j) = c_i + (1 - c_i) \frac{1}{1 + \exp[-a_i(\theta_j - b_i)]} \quad (3)$$

เมื่อ c_i คือ พารามิเตอร์การเดาของข้อสอบ i

2. โมเดลกลุ่มแฝง (LC)

โมเดล LC มีแนวคิดคล้ายกับการวิเคราะห์องค์ประกอบ (FA: Factor Analysis) แต่มีจุดต่างกันตรงที่ตัวแปรแฝงในโมเดล FA เป็นตัวแปรต่อเนื่อง ส่วนตัวแปรแฝงในโมเดล LC เป็นตัวแปรจัดกลุ่ม จึงนิยมเรียกว่ากลุ่มแฝง หรืออาจมองความแตกต่างในแง่ของการจัดกลุ่มได้ว่าโมเดล FA เป็นการจัดกลุ่มให้กับตัวแปร (Variables) ขณะที่โมเดล LC เป็นการจัดกลุ่มให้กับบุคคล (Persons)

เป้าหมายของโมเดล LC คือการจัดกลุ่มให้กับบุคคลที่มีแบบแผนการตอบคล้ายคลึงกัน เพื่อจำแนกบุคคลออกเป็นกลุ่มย่อย ผลการวิเคราะห์จะให้สารสนเทศเกี่ยวกับจำนวนกลุ่มแฝงในประชากร สัดส่วนของสมาชิกในกลุ่มแฝง และอาจรวมถึงปัจจัยที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม โดยมีข้อตกลงสำคัญ 2 ประการ คือ 1) ความเป็นอิสระ เช่นเดียวกับโมเดล IRT และ 2) สมาชิกในกลุ่มแฝงต้องมาจากระบบกลุ่มเดียวกัน กล่าวคือผลรวมของสัดส่วนของสมาชิกในแต่ละกลุ่มแฝงต้องมีค่าเป็น 1 หรือ $\sum_{k=1}^K \pi_k = 1$ เมื่อ π_k คือ สัดส่วนของสมาชิกในกลุ่มแฝง k และ $0 < \pi_k < 1$

รูปแบบทั่วไปของโมเดล LC (Tay et al., 2011, pp. 180) สามารถแสดงได้ดังสมการ (4)

$$P(y_j) = \sum_{k=1}^K \pi_k P(y_j|k) \quad (4)$$

เมื่อ y_j คือ เวกเตอร์แบบแผนการตอบข้อสอบ I ข้อของผู้สอบ j ; $y_j = (y_{1j} \ y_{2j} \dots y_{Ij})$ และ π_k คือ สัดส่วนของสมาชิกในกลุ่มแฝง k และ $P(y_j|k)$ คือ ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขของแบบแผนการตอบของผู้สอบ j ซึ่งอยู่ในกลุ่มแฝง k เมื่อ $P(y_j|k) = \prod_{i=1}^I P(y_{ij}|k)$

3. โมเดลพหุระดับ (Multilevel)

โมเดลพหุระดับหรือโมเดลเชิงเส้นแบบลดหลั่น (Hierarchical Linear Model) เป็นโมเดลการวิเคราะห์ที่มีการแบ่งความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในระดับต่างๆ ออกจากกัน ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้แทนโมเดลถดถอยทั่วไป ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ในระดับเดียว (Single-Level Analysis) ที่มักฝ่าฝืนข้อตกลงเกี่ยวกับความเป็นอิสระของตัวอย่างเมื่อนำไปวิเคราะห์กับข้อมูลทางการศึกษา (Raudenbush & Bryk, 2002, pp. 3-5) จึงอาจเกิดข้อจำกัด คือ 1) ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์อาจคลาดเคลื่อนไปจากค่าจริง เนื่องจากการวิเคราะห์แบบรวมหน่วยตัวอย่างทุกกลุ่มเข้าด้วยกัน มักก่อให้เกิดข้อผิดพลาดในการสรุปผลระหว่างระดับ (Aggregation Bias) และ 2) ผลการวิเคราะห์อาจถูกรบกวนจากตัวแปรในระดับกลุ่ม ทำให้การประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าพารามิเตอร์ในโมเดลมีแนวโน้มต่ำกว่าค่าจริง (Wongnam, 2012, pp. 27-28)

ในบทความนี้ขอเสนอเฉพาะโมเดลพหุระดับที่ไม่มีตัวแปรทำนายใดๆ หรือโมเดลปราศจากเงื่อนไขอย่างสมบูรณ์ (Fully Unconditional Model) ที่มี 2 ระดับคือ ระดับหน่วย (Micro-Level) เช่น ระดับนักเรียน และระดับกลุ่ม (Macro-Level) เช่น ระดับโรงเรียน เพื่อจะนำเสนอแนวคิดดังกล่าวไปบูรณาการเข้ากับโมเดล IRT และโมเดล LC ต่อไป

โมเดลระดับที่ 1 หรือโมเดลระดับนักเรียน (student-level model) เป็นโมเดลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรต้นในระดับนักเรียน ดังสมการ (5)

$$y_{js} = \beta_{0s} + r_{js} \quad (5)$$

เมื่อ y_{js} คือ ตัวแปรตามซึ่งเป็นค่าสังเกตของนักเรียน j ในโรงเรียน s และ r_{js} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนในระดับนักเรียน เมื่อ $r_{js} \sim N(0, \sigma^2)$; σ^2 คือ ความแปรปรวนภายในกลุ่ม และ β_{0s} คือค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตของนักเรียนในโรงเรียน s ซึ่งถือว่าเป็นพารามิเตอร์สุ่ม (Random Parameter) ที่ต้องมีการกำหนดโมเดลเพิ่มเติมเพื่ออธิบายความแปรปรวนที่เกิดขึ้นต่อไป เรียกโมเดลดังกล่าวว่าโมเดลระดับที่ 2 หรือโมเดลระดับโรงเรียน (School-Level Model) ดังสมการ (6)

$$\beta_{0s} = \gamma_{00} + u_{0s} \quad (6)$$

เมื่อ γ_{00} คือ ค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตของนักเรียนทุกโรงเรียน และ u_{0s} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนในระดับโรงเรียน เมื่อ $u_{0s} \sim N(0, \tau)$; τ คือ ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม ทั้งนี้เมื่อนำสมการ (5) และ (6) มาเขียนรวมกันจะเรียกว่าโมเดลอิทธิพลผสม (Mixed-Effect Model) ดังสมการ (7)

$$y_{js} = \gamma_{00} + r_{js} + u_{0s} \quad (7)$$

โดยอาจเรียก γ_{00} ว่าอิทธิพลคงที่ และเรียก r_{js} และ u_{0s} ว่าอิทธิพลสุ่ม

การวิเคราะห์ด้วยโมเดลพหุระดับข้างต้นจะช่วยให้สารสนเทศว่า ข้อมูลมีความเหมาะสมสำหรับการนำมาวิเคราะห์แบบพหุระดับหรือไม่ ด้วยการพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC : intraclass correlation coefficient) ซึ่งมีสูตรคำนวณดังสมการ (8)

$$ICC = \frac{\tau}{\tau + \sigma^2} \quad (8)$$

เมื่อ ICC คือ ค่าสถิติที่บอกว่าความแปรปรวนทั้งหมดของข้อมูลสามารถถูกอธิบายด้วยข้อมูลระดับโรงเรียนเพียงใด หาก $ICC > .05$ จะถือว่าข้อมูลมีความเหมาะสม (Hox & Maas, 2001, p. 157)

4. โมเดลทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบผสม (MixIRT)

เนื่องจากโมเดล IRT ทั่วไปมีสมมติฐานว่าผู้สอบมาจากประชากรที่มีภาวะเอกพันธ์กันเพียงกลุ่มเดียว อย่างไรก็ตาม สมมติฐานดังกล่าวอาจไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของข้อมูลเสมอไป เพราะแม้ผู้สอบจะมาจากประชากรกลุ่มเดียวกัน แต่ก็อาจมีคุณลักษณะแตกต่างกันได้ (Tay et al., 2011, pp. 184-185) จากปัญหาดังกล่าวจึงมีการบูรณาการรวมโมเดล IRT เข้ากับโมเดล LC กลายเป็นโมเดล MixIRT เพื่อผ่อนคลายข้อตกลงเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนลง พารามิเตอร์ในโมเดล MixIRT จึงมีค่าแตกต่างกันได้ตามกลุ่มแฝงหรือกลุ่มย่อยของประชากร (Rost, 1990, pp. 271-272)

เป้าหมายของโมเดล MixIRT จึงเป็นการจัดกลุ่มแฝงให้กับบุคคลที่มีแบบแผนการตอบคล้ายคลึงกันเช่นเดียวกับโมเดล LC แต่มีจุดแตกต่างตรงที่โมเดล MixIRT มีการให้สารสนเทศเชิงปริมาณเกี่ยวกับคุณลักษณะแฝงของผู้สอบและข้อสอบตามแนวคิดของโมเดล IRT ด้วย ทั้งนี้ การแบ่งรูปแบบของโมเดล MixIRT สามารถพิจารณาได้ในทำนองเดียวกับโมเดล IRT ดังนี้

4.1 โมเดล mixture Rasch (MixRasch)

โมเดล MixRasch เป็นการบูรณาการระหว่างโมเดล Rasch กับโมเดล LC โดยมีข้อตกลงว่า 1) สมาชิกในแต่ละกลุ่มแฝงต้องมาจากประชากรกลุ่มเดียวกัน เช่นเดียวกับโมเดล LC และ 2) โมเดล Rasch มีความสอดคล้องกับข้อมูลในกลุ่มแฝง โดยในกลุ่มแฝงแต่ละกลุ่มจะมีพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบเพียงชุดเดียว เพื่อแสดงนัยว่าสมาชิกในกลุ่มแฝงเดียวกันมีแบบแผนการตอบที่คล้ายคลึงกัน (Cohen et al., 2002, pp. 4-6)

โมเดล MixRasch (Rost, 1990, p. 272) สามารถแสดงได้ดังสมการ (9)

$$P(y_{ij} = 1 | \theta_{jk}) = \sum_{k=1}^K \pi_k \frac{1}{1 + \exp[-(\theta_{jk} - b_{ik})]} \quad (9)$$

เมื่อ π_k คือ สัดส่วนของสมาชิกในกลุ่มแฝง k และ θ_{jk} คือ พารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ j ในกลุ่มแฝง k เมื่อ $\theta_{jk} \sim N(\mu_k, \sigma_k^2)$; μ_k และ σ_k^2 คือ ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของความสามารถในกลุ่มแฝง k และ b_{ik} คือ พารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ i ในกลุ่มแฝง k

4.2 โมเดล mixture 2PL (Mix2PL)

โมเดล Mix2PL ได้รับการขยายแนวคิดมาจากโมเดล MixRasch ด้วยการผ่อนคลายให้พารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าแตกต่างกันได้ตามกลุ่มแฝง ภายใต้ข้อตกลงว่าโมเดล 2PL มีความสอดคล้องกับข้อมูลในกลุ่มแฝง โมเดล Mix2PL จึงมีรูปแบบดังสมการ (10)

$$P(y_{ij} = 1 | \theta_{jk}) = \sum_{k=1}^K \pi_k \frac{1}{1 + \exp[-a_{ik}(\theta_{jk} - b_{ik})]} \quad (10)$$

เมื่อ a_{ik} คือ พารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ i ในกลุ่มแฝง k

4.3 โมเดล mixture 3PL (Mix3PL)

โมเดล Mix3PL ได้รับการขยายแนวคิดมาจากโมเดล Mix2PL ด้วยการเพิ่มพารามิเตอร์การเดาให้มีค่าแตกต่างกันได้ตามกลุ่มแฝง ภายใต้ข้อตกลงว่าโมเดล 3PL มีความสอดคล้องกับข้อมูลในกลุ่มแฝง โมเดล Mix3PL จึงมีรูปแบบดังสมการ (11)

$$P(y_{ij} = 1 | \theta_{jk}) = \sum_{k=1}^K \pi_k \left(c_{ik} + (1 - c_{ik}) \frac{1}{1 + \exp[-a_{ik}(\theta_{jk} - b_{ik})]} \right) \quad (11)$$

เมื่อ c_{ik} คือ พารามิเตอร์การเดาของข้อสอบ i ในกลุ่มแฝง k

5. โมเดลทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบพหุระดับ (multilevel IRT)

จากที่กล่าวไปในตอนต้นแล้วว่า ธรรมชาติของข้อมูลทางการศึกษามักเป็นข้อมูลพหุระดับ แต่เนื่องจากโมเดล IRT ทั่วไปไม่มีการคำนึงถึงโครงสร้างของข้อมูล ผลการวัดในระดับหน่วย (ระดับนักเรียน) จึงอาจถูกรบกวนจากตัวแปรในระดับกลุ่ม (ระดับโรงเรียน) ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นในการประมาณค่า ด้วยเหตุนี้โมเดล multilevel IRT จึงถูกพัฒนาเพื่อผ่อนคลายปัญหาดังกล่าว

แนวคิดการพัฒนาโมเดล multilevel IRT มีผู้เสนอไว้หลายวิธี เช่น Fox and Glas (2001); Kamata (2001) และ Maier (2001) อย่างไรก็ตาม ในบทความนี้ขอยกตัวอย่างแนวคิดการพัฒนาโมเดล multilevel IRT แบบ 3 ระดับ ของ Kamata (2001, pp. 85-86) เท่านั้น รายละเอียดดังนี้

5.1 โมเดล multilevel Rasch

โมเดล multilevel Rasch จะมีการเพิ่มโมเดล Rasch เข้ามาในโมเดลพหุระดับอีกหนึ่งระดับ เรียกโมเดลนี้ว่าโมเดลระดับข้อสอบ (Item-Level Model) ดังสมการ (12)

$$P(y_{ijs} = 1 | \theta_{js}) = \frac{1}{1 + \exp[-(\theta_{js} - b_{ijs})]} \quad (12)$$

เมื่อ θ_{js} คือ พารามิเตอร์ความสามารถของนักเรียน j ในโรงเรียน s และ b_{ijs} คือ พารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ i ซึ่งมีค่าขึ้นอยู่กับหน่วยตัวอย่างในระดับนักเรียนและโรงเรียน ทั้งนี้ θ_{js} และ b_{ijs} จะถือว่าเป็นพารามิเตอร์สุ่ม ซึ่งต้องมีการกำหนดโมเดลเพื่ออธิบายความแปรปรวนที่เกิดขึ้นต่อไป เรียกว่าโมเดลระดับนักเรียน ดังสมการ (13)

$$\theta_{js} = \gamma_{0s} + r_{js} \text{ และ } b_{ijs} = b_{is} \quad (13)$$

เมื่อ γ_{0s} คือ ความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนในโรงเรียน s และ r_{js} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนในระดับนักเรียน เมื่อ $r_{js} \sim N(0, \tau)$; τ คือ ความแปรปรวนของความสามารถในระดับนักเรียน ส่วน b_{ijs} จะกลายเป็น b_{is} เนื่องจากพารามิเตอร์ความยากเป็นคุณลักษณะของข้อสอบ จึงเป็นค่าคงที่สำหรับนักเรียนทุกคน ทั้งนี้ γ_{0s} และ b_{is} จะถือว่าเป็นพารามิเตอร์สุ่ม ซึ่งต้องมีการกำหนดโมเดลเพื่ออธิบายความแปรปรวนที่เกิดขึ้นต่อไป เรียกว่าโมเดลระดับโรงเรียน ดังสมการ (14)

$$\gamma_{0s} = \gamma_{00} + u_{0s} \text{ และ } b_{is} = b_i \quad (14)$$

เมื่อ γ_{00} คือ ความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนทุกโรงเรียน และ u_{0s} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนในระดับโรงเรียน เมื่อ $u_{0s} \sim N(0, \zeta)$; ζ คือ ความแปรปรวนของความสามารถในระดับโรงเรียน ส่วน b_{is} จะกลายเป็น b_i เนื่องจากพารามิเตอร์

ความยากเป็นคุณลักษณะของข้อสอบ จึงเป็นค่าคงที่สำหรับทุกโรงเรียน ทั้งนี้ อาจพิจารณาให้ $\gamma_{0s} = u_{0s}$ เมื่อ $u_{0s} \sim N(\gamma_{00}, \zeta)$ และเมื่อนำสมการ (12) - (14) มาเขียนเป็นโมเดลอิทธิพลผสมโมเดล multilevel Rasch จึงมีรูปแบบดังสมการ (15)

$$P(y_{ijs} = 1 | \theta_{js}) = \frac{1}{1 + \exp[-(u_{0s} + r_{js}) - b_i]} \quad (15)$$

เมื่อ u_{0s} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนในระดับโรงเรียน เมื่อ $u_{0s} \sim N(\gamma_{00}, \zeta)$ และ r_{js} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนในระดับนักเรียน เมื่อ $r_{js} \sim N(0, \tau)$

5.2 โมเดล multilevel 2PL

โมเดล multilevel 2PL มีฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบดังสมการ (16)

$$P(y_{ijs} = 1 | \theta_{js}) = \frac{1}{1 + \exp[-a_i((u_{0s} + r_{js}) - b_i)]} \quad (16)$$

5.3 โมเดล multilevel 3PL

โมเดล multilevel 3PL มีฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบดังสมการ (17)

$$P(y_{ijs} = 1 | \theta_{js}) = c_i + (1 - c_i) \frac{1}{1 + \exp[-a_i((u_{0s} + r_{js}) - b_i)]} \quad (17)$$

ส่วน ICC สำหรับโมเดล multilevel IRT มีสูตรคำนวณดังสมการ (18)

$$ICC = \frac{\zeta}{\zeta + \tau} \quad (18)$$

เมื่อ τ และ ζ คือ ความแปรปรวนของความสามารถในระดับนักเรียนและระดับโรงเรียนตามลำดับ ส่วนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในระดับข้อสอบจะไม่ถูกนำมาพิจารณา เนื่องจากค่าดังกล่าวได้รวมอยู่ในโมเดลการวัดคุณลักษณะแฝงแล้ว (Fox & Glas, 2001, pp. 271-272)

6. โมเดลกลุ่มแฝงพหุระดับ (multilevel LC)

ข้อจำกัดหนึ่งของโมเดล LC คือ มีการละเลยโครงสร้างพหุระดับของข้อมูล ด้วยเหตุนี้โมเดล multilevel LC (Vermunt, 2003, pp. 216-217; Cho, 2007, p. 29) จึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อผ่อนคลายข้อจำกัดดังกล่าว โดยสามารถเขียนเป็นรูปแบบทั่วไปดังสมการ (19)

$$P(y_s) = \sum_{g=1}^G \pi_g \left[\prod_{j=1}^{n_s} \left\{ \sum_{k=1}^K \pi_{k|g} \left(\prod_{i=1}^I P(y_{ijs} | k, g) \right) \right\} \right] \quad (19)$$

เมื่อ y_s คือ เวกเตอร์แบบแผนการตอบข้อสอบ I ข้อ ของนักเรียน n_s คน ในโรงเรียน s และ π_g คือ สัดส่วนของสมาชิกในกลุ่มแฝงระดับโรงเรียน g และ $\pi_{k|g}$ คือ สัดส่วนของสมาชิกในกลุ่มแฝงระดับนักเรียน k ในกลุ่มแฝงระดับโรงเรียน g และ $P(y_{ijs} | k, g)$ คือ ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขของผลการตอบข้อสอบ i ของนักเรียน j ในโรงเรียน s ซึ่งอยู่ในกลุ่มแฝงต่าง ๆ

7. โมเดลทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบผสมพหุระดับ (MMixIRT)

จากการบูรณาการองค์ความรู้ระหว่างโมเดลที่มีความแตกต่างกันจำนวนสองโมเดล ทำให้เกิดโมเดลใหม่ ได้แก่

1) โมเดล MixIRT 2) โมเดล multilevel IRT และ 3) โมเดล multilevel LC อย่างไรก็ตามโมเดลเหล่านี้ยังอาจมีข้อจำกัดเกี่ยวกับการวิเคราะห์บางประการ ดังนี้

ข้อจำกัดของโมเดล MixIRT คือ โมเดลมีการละเลยต่อโครงสร้างพหุระดับของข้อมูล การตรวจสอบจำนวนกลุ่มแฝงของข้อมูลจึงอาจขาดความถูกต้อง และการประมาณค่าพารามิเตอร์อาจคลาดเคลื่อนไปจากค่าจริง (Lee et al., 2018, pp. 151-152; Sen et al., 2019, p. 273)

ข้อจำกัดของโมเดล multilevel IRT คือ โมเดลไม่มีการคำนึงถึงภาวะวิวิธพันธุ์ (Heterogeneity) ที่อาจเกิดขึ้นกับข้อมูล ผลการวิเคราะห์จึงอาจขาดสารสนเทศเกี่ยวกับสมาชิกในกลุ่มประชากรย่อยหรือกลุ่มแฝงไป (Cho & Cohen, 2010, pp. 337-338)

ข้อจำกัดของโมเดล multilevel LC คือ โมเดลมีการวัดความสามารถของผู้สอบเป็นตัวแปรจัดกลุ่มหรือกลุ่มแฝง โดยในกลุ่มแฝงนี้ผู้สอบทุกคนจะถูกพิจารณาให้มีความสามารถเท่าเทียมกัน ผลการวิเคราะห์จึงไม่มีการให้สารสนเทศเกี่ยวกับความผันแปรของความสามารถระหว่างผู้สอบแต่ละคน (Cho, 2007, p. 30)

ด้วยเหตุนี้โมเดล MMixIRT จึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อผ่อนคลายข้อจำกัดข้างต้น โดยมีเป้าหมายคือการจัดกลุ่มแฝงให้กับนักเรียนในแต่ละโรงเรียนที่มีแบบแผนการตอบคล้ายคลึงกัน และมีการให้สารสนเทศเชิงปริมาณเกี่ยวกับคุณลักษณะแฝงเช่นเดียวกับโมเดล MixIRT แต่มีจุดแตกต่างตรงที่โมเดล MMixIRT มีการพิจารณาให้กลุ่มแฝงระดับหน่วย (นักเรียน) ซ่อนอยู่ภายใต้กลุ่มแฝงระดับกลุ่ม (โรงเรียน) เพื่อแสดงนัยว่าโรงเรียนอาจมีผลต่อคุณลักษณะของนักเรียนตามแนวคิดโมเดลพหุระดับ ทั้งนี้การแบ่งรูปแบบของโมเดล MMixIRT สามารถพิจารณาได้ในทำนองเดียวกับโมเดล IRT ดังนี้

7.1 โมเดล multilevel mixture Rasch (MMixRasch)

โมเดล MMixRasch (Cho, 2007, p. 33; Cho & Cohen, 2010; p. 338) ได้รับการบูรณาการมาจากโมเดล Rasch โมเดล LC และโมเดลพหุระดับ จึงมีข้อตกลงเบื้องต้นคล้ายกับโมเดล MixIRT แต่มีข้อตกลงเพิ่มเติมว่าข้อมูลในระดับโรงเรียนอาจมีผลต่อความน่าจะเป็นของการเป็นสมาชิกในกลุ่มแฝงระดับนักเรียนด้วย (Tay et al., 2011, pp. 181-183) ทั้งนี้ โมเดล MMixRasch มีรูปแบบทั่วไปดังสมการ (20)

$$P(y_{ijs} = 1 | \theta_{jskg}) = \sum_{g=1}^G \sum_{k=1}^K \pi_g \cdot \pi_{k|g} \left(\frac{1}{1 + \exp[-(\theta_{jskg} - b_{ikg})]} \right) \quad (20)$$

เมื่อ π_g คือ สัดส่วนของสมาชิกในกลุ่มแฝงระดับโรงเรียน g และ $\pi_{k|g}$ คือ สัดส่วนของสมาชิกในกลุ่มแฝงระดับนักเรียน k ในกลุ่มแฝงระดับโรงเรียน g และ θ_{jskg} คือ พารามิเตอร์ความสามารถของนักเรียน j ในโรงเรียน s ซึ่งอยู่ในกลุ่มแฝงระดับนักเรียน k ในกลุ่มแฝงระดับโรงเรียน g เมื่อ $\theta_{jskg} \sim N(\mu_{kg}, \sigma_{kg}^2)$; μ_{kg} และ σ_{kg}^2 คือ ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของความสามารถในกลุ่มแฝงระดับนักเรียนและระดับโรงเรียน และ b_{ikg} คือ พารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ i ในกลุ่มแฝงระดับนักเรียน k ในกลุ่มแฝงระดับโรงเรียน g

7.2 โมเดล multilevel mixture 2PL (MMix2PL)

โมเดล MMix2PL มีฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบดังสมการ (21)

$$P(y_{ijs} = 1 | \theta_{jskg}) = \sum_{g=1}^G \sum_{k=1}^K \pi_g \cdot \pi_{k|g} \left(\frac{1}{1 + \exp[-a_{ikg} (\theta_{jskg} - b_{ikg})]} \right) \quad (21)$$

เมื่อ a_{ikg} คือพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ i ในกลุ่มแฝงระดับนักเรียน k ในกลุ่มแฝงระดับโรงเรียน g

7.3 โมเดล multilevel mixture 3PL (MMix3PL)

โมเดล MMix3PL มีฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบดังสมการ (22)

$$P(y_{ijs} = 1 | \theta_{jskg}) = \sum_{g=1}^G \sum_{k=1}^K \pi_g \cdot \pi_{k|g} \left(\frac{c_{ikg} + (1 - c_{ikg})}{1 + \exp[-a_{ikg} (\theta_{jskg} - b_{ikg})]} \right) \quad (22)$$

เมื่อ c_{ikg} คือ พารามิเตอร์การเดาของข้อสอบ i ในกลุ่มแฝงระดับนักเรียน k ในกลุ่มแฝงระดับโรงเรียน g

การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ของโมเดลและโปรแกรมที่รองรับการวิเคราะห์

เมื่อเปรียบเทียบโมเดลทั้ง 7 รูปแบบ อาจแบ่งตามลักษณะของการวัดความสามารถแฝงได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1) โมเดลที่ไม่มีการวัดความสามารถแฝง ได้แก่ โมเดลพหุระดับ 2) โมเดลที่วัดความสามารถแฝงเป็นค่าไม่ต่อเนื่อง ได้แก่ โมเดล LC และ

multilevel LC 3) โมเดลที่วัดความสามารถแฝงเป็นค่าต่อเนื่อง ได้แก่ โมเดล IRT และ multilevel IRT และ 4) โมเดลที่วัดความสามารถแฝงเป็นทั้งค่าต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง (แบบผสม) ได้แก่ โมเดล MixIRT และ MMixIRT นอกจากนี้อาจสังเกตได้ว่าการวัดพารามิเตอร์ของข้อสอบจะมีเฉพาะในโมเดลที่มีการบูรณาการมาจากโมเดล IRT ในขณะที่การวัดพารามิเตอร์สัดส่วนของสมาชิกในกลุ่มแฝงก็จะมีเฉพาะในโมเดลที่มีการบูรณาการมาจากโมเดล LC เช่นกัน ส่วนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่รองรับการวิเคราะห์สำหรับทุกโมเดล เช่น โปรแกรม Mplus (Muthén & Muthén, 2015) และโปรแกรม MultiBUGS (Goudie et al., 2017) รายละเอียดดังตาราง 2

ตาราง 2 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ของโมเดล และโปรแกรมที่รองรับการวิเคราะห์

โมเดล	พารามิเตอร์			โปรแกรมที่รองรับการวิเคราะห์
	ความสามารถ	ข้อสอบ	กลุ่มแฝง	
1. IRT	$\theta_j \sim N(0, 1)$ * Continuous	a_i, b_i, c_i	-	- IRTPRO - Mplus - R package e.g. <i>ltm, mirt, irtoys</i> - WinBUGS/OpenBUGS/MultiBUGS
2. LC	$\theta_j = \sum_{k=1}^K \pi_k \cdot \theta_k$ * Categorical	-	π_k	- Latent Gold - Mplus - R package e.g. <i>randomLCA, polCA</i> - WinBUGS/OpenBUGS/MultiBUGS
3. Multilevel	-	-	-	- HLM - Mplus - R package e.g. <i>lme4, nlme, rstan</i> - WinBUGS/OpenBUGS/MultiBUGS
4. MixIRT	$\theta_{jk} \sim N(\mu_k, \sigma_k^2)$ * Mixed	a_{ik}, b_{ik}, c_{ik}	π_k	- Latent Gold - Mplus - R package e.g. <i>psychomix, mixRasch</i> - WinBUGS/OpenBUGS/MultiBUGS - WINMIRA
5. Multilevel IRT	$\theta_{js} = u_{0s} + r_{js};$ $u_{0s} \sim N(\gamma_{00}, \zeta), r_{js} \sim N(0, \tau)$ * Continuous	a_i, b_i, c_i	-	- Mplus - R package e.g. <i>lme4, nlme, rstan</i> - WinBUGS/OpenBUGS/MultiBUGS
6. Multilevel LC	$\theta_{js} = \sum_{g=1}^G \sum_{k=1}^K \pi_g \pi_{k g} \cdot \theta_{kg}$ * Categorical	-	$\pi_g, \pi_{k g}$	- Latent Gold - Mplus - WinBUGS/OpenBUGS/MultiBUGS
7. MMixIRT	$\theta_{jskg} \sim N(\mu_{kg}, \sigma_{kg}^2)$ * Mixed	$a_{ikg}, b_{ikg}, c_{ikg}$	$\pi_g, \pi_{k g}$	- Latent Gold - Mplus - WinBUGS/OpenBUGS/MultiBUGS

บทสรุป

โมเดลทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบผสมพหุระดับ (MMixIRT) เป็นการบูรณาการองค์ความรู้จาก 3 โมเดล คือ โมเดลทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ โมเดลกลุ่มแฝง และโมเดลพหุระดับ โมเดลจึงสามารถให้สารสนเทศเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพเกี่ยวกับคุณลักษณะแฝงและกลุ่มแฝงได้พร้อมกัน รวมถึงยังมีการคำนึงถึงโครงสร้างพหุระดับอันเป็นธรรมชาติของข้อมูลทางการศึกษา การวิเคราะห์ด้วยโมเดลดังกล่าวจึงมีการให้สารสนเทศที่ครอบคลุม สอดคล้องกับธรรมชาติของข้อมูล และมีความถูกต้องใน

การวิเคราะห์กลุ่มแฝงมากกว่าโมเดลกลุ่มแฝงทั่วไป โดยเฉพาะเมื่อนำไปวิเคราะห์กับข้อมูลการทดสอบขนาดใหญ่หรือการทดสอบระดับชาติ เช่น O-NET PISA และ TIMSS ซึ่งผู้เข้าทดสอบเป็นนักเรียนที่มีคุณลักษณะหลากหลายจากโรงเรียนต่างๆ ทั่วประเทศ หรือจากประเทศต่างๆ ทั่วโลก

การนำเสนอในบทความนี้เป็นเพียงการแนะนำแนวคิดในการบูรณาการโมเดลที่มีความเกี่ยวข้องกับโมเดล MMixIRT ซึ่งผู้เขียนต้องการแสดงให้เห็นถึงจุดเชื่อมโยงของแต่ละโมเดล ความแตกต่างของพารามิเตอร์ รวมถึงโปรแกรมที่รองรับการวิเคราะห์ ซึ่งน่าจะช่วยให้ผู้อ่านที่สนใจสามารถจำแนกรูปแบบการวิเคราะห์ของแต่ละโมเดลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น อันจะเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจเลือกใช้โมเดลให้เหมาะสมกับบริบทที่สนใจศึกษาต่อไป

References

- Cho, S. J. (2007). *A multilevel mixture IRT model for DIF analysis* (Unpublished doctoral dissertation). Athens, GA: University of Georgia.
- Cho, S. J., & Cohen, A. S. (2010). A multilevel mixture model with applications to DIF. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 35(3), 336-370.
- Cohen, A., Wollack, J., Bolt, D., & Mroch, A. (2002). A mixture Rasch model analysis of test speededness. *the annual meeting of the American Educational Research Association*. New Orleans: LA.
- Fox, J. P., & Glas, C. (2001). Bayesian estimation of a multilevel IRT model using Gibbs sampling. *Psychometrika*, 66(2), 271-288.
- Goudie, R. J., Turner, R. M., De Angelis, D., & Thomas, A. (2017). *Massively parallel MCMC for Bayesian hierarchical models* (arXiv Preprint No.1704.03216). Retrieved from <https://arxiv.org/abs/1704.03216>
- Hox, J. J., & Maas, C. J. (2001). The accuracy of multilevel structural equation modeling with pseudobalanced groups and small samples. *Structural Equation Modeling*, 8(2), 157-174.
- Kamata, A. (2001). Item analysis by the hierarchical generalized linear model. *Journal of Educational Measurement*, 38(1), 79-93.
- Kanjanawasee, S. (2012). *Modern test theories* (4th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Prss. [in Thai]
- Lee, W. Y., Cho, S. J., & Sterba, S. K. (2018). Ignoring a multilevel structure in mixture item response models: impact on parameter recovery and model selection. *Applied Psychological Measurement*, 42(2), 136-154.
- Lord, F. M., & Novick, M. (1968). *Statistical theories of mental test scores*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Lubke, G., & Muthén, B. O. (2005). Investigating population heterogeneity with factor mixture models. *Psychological Methods*, 10(1), 21-39.
- Maier, K. S. (2001). A Rasch hierarchical measurement model. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 26(3), 307-330.
- Muthén, L., & Muthén, B. O. (2015). *Mplus user's guide* (7th ed.). Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.
- Raudenbush, S. W., & Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Reckase, M. D. (2009). *Multidimensional item response theory*. New York, NY: Springer.
- Rost, J. (1990). Rasch models in latent classes: An integration of two approaches to item analysis. *Applied Psychological Measurement*, 14(3), 271-282.

Sen, S., Cohen, A., & Kim, S. (2019). Model selection for multilevel mixture Rasch models. *Applied Psychological Measurement*, 43(4), 272-289.

Tay, L., Diener, E., Drasgow, F., & Vermunt, J. (2011). Multilevel mixed-measurement IRT analysis: An explication and application to self-reported emotions across the world. *Organizational Research Methods*, 14(1), 177-207.

Vermunt, J. (2003). Multilevel latent class models. *Sociological Methodology*, 33(1), 213-239.

Wongnam, P. (2012). Multilevel regression analysis with HLM 6. *Journal of Education*, 23(3), 27-42. [in Thai]

บทความวิชาการ (Academic Article)

การสร้างและใช้แบบจำลองในห้องเรียนวิทยาศาสตร์

MODELING PRACTICE AND USE IN SCIENCE CLASSROOM

Received: December 24, 2020

Revised: January 12, 2021

Accepted: January 14, 2021

อนุพงศ์ ไพรศรี^{1*} ชาตรี ฝ่ายคำตา² เอกรัตน์ ทานาค³ พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ⁴ และเอกภูมิ จันทราชันตี⁵
Anupong Praisri^{1*} Chatree Faikhamta² Akarat Tanak³ Pongprapan Pongsophon⁴ and Ekgapoom Jantarakantee⁵

^{1,2,3,4,5}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์^{1,2,3,4,5} Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: anupong.pr@ku.th

บทคัดย่อ

การเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติการสร้างแบบจำลองมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนคิดและทำอย่างนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์สร้างแบบจำลองเพื่อใช้เป็นตัวแทนในการอธิบายหรือ/และทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติและใช้เป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า ครูวิทยาศาสตร์ยังมีความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนอยู่ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับเป้าหมายและบทบาทของแบบจำลอง และใช้แบบจำลองต่างจากนักวิทยาศาสตร์ เช่น ครูเข้าใจว่าแบบจำลองเป็นเครื่องมือสำหรับครูในการสื่อสารให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าหรือกระบวนการที่ซับซ้อน มากกว่าใช้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลอง และการนำแบบจำลองไปใช้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ผู้เขียนขอเสนอว่า นักวิทยาศาสตร์สร้างแบบจำลองขึ้นมาได้อย่างไร และครูวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองอย่างไร อีกทั้งใช้แบบจำลองในห้องเรียนอย่างไร ผู้เขียนหวังว่างานวิจัยนี้จะมีประโยชน์กับครูวิทยาศาสตร์สำหรับการปรับใช้แบบจำลองเหมือนกับที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ รวมไปถึงนักวิจัย นักวิทยาศาสตร์ศึกษา และอื่นๆ สามารถนำผลของการวิจัยเป็นข้อมูลในการพัฒนานักเรียน ครูหรือหลักสูตรเกี่ยวกับการปฏิบัติสร้างแบบจำลองต่อไป

คำสำคัญ: การปฏิบัติวิทยาศาสตร์ การสร้างแบบจำลอง ธรรมชาติของแบบจำลอง แบบจำลองวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์

Abstract

Doing science as modeling practice aims to foster students' thinking as scientists who create models for explaining or/and predicting natural phenomena and being scientific inquiry tools. On the other hand, from intensive literature review, science teachers also have misunderstood of scientific modeling, and then understood the goals and roles of models and used them inappropriately compared to the scientists do. For example, teachers understand that models are used as a tool for communicating scientific concepts that are invisible with the naked eye, or process complexity rather than as a tool for developing scientific knowledge. Therefore, the purpose of this study is to explain about modeling practice and how to effectively use in a science classroom in line with the work of scientists. The author then would like to present how scientists create models and in what way science teachers' understanding of the nature of model, modeling and their use in a science classroom. The authors hope that the findings of this

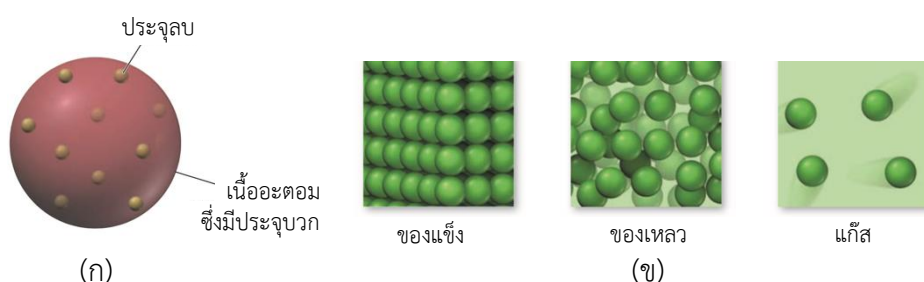
review will be useful to science teachers for using models as scientists use. Researchers, science educators and others could take the findings for enhancing teachers, students, or curriculum designers on modeling practice.

Keywords: Science Practices, Modeling Practice, Nature of Model, Scientific Model, Science Teacher

บทนำ

แบบจำลองมีบทบาทสำคัญในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์สร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่ออธิบาย หรือ/และทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างสมเหตุสมผล (Osborne, 2014) โดยแบบจำลองดังกล่าวนั้นถือว่าเป็นตัวแทนในการเชื่อมโยงความคิดของนักวิทยาศาสตร์กับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติในการสื่อความหมายของข้อมูล หรือปรากฏการณ์เหล่านั้น เรียกว่าแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific model) (Windschitl & Thompson, 2006; Oh & Oh, 2011) ตัวอย่างเช่น แบบจำลองอะตอมของทอมสัน โดยทอมสันมีความสงสัยว่าโครงสร้างภายในอะตอมนั้นเป็นอย่างไร เขาจึงทำการศึกษาและทดลองเกี่ยวกับการนำไฟฟ้าของแก๊สโดยใช้หลอดรังสีแคโทด ซึ่งผลการทดลองพบว่า รังสีแคโทดที่มีความเป็นลบเบนหาขั้วไฟฟ้าบวก จากผลการทดลองดังกล่าวทำให้ทอมสันคิดว่าเกิดอะไรขึ้น (What happen) และทำไมถึงเป็นแบบนั้น (Why) จากนั้นเขานำผลการทดลองที่ได้มาสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายและทำนายว่า ภายในอะตอมมีอนุภาคประจุลบเป็นองค์ประกอบ และใช้แบบจำลองดังกล่าวเป็นตัวแทนในสิ่งที่เกิดขึ้น แสดงดังภาพ 1ก

แบบจำลองวิทยาศาสตร์เป็นหัวใจสำคัญและมีส่วนช่วยในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Faikhamta & Supatchaiyawong, 2014) โดยแบบจำลองเป็นความรู้ประเภทหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมาเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่มีความเข้าใจยาก ซับซ้อนและเป็นนามธรรม (Windschitl et al., 2008; Gilbert, 2004) ตัวอย่างเช่น อนุภาคของสสารเป็นสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายการจัดเรียงอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยการทำการทดลองเปรียบเทียบสมบัติรูปร่าง ปริมาตร และความหนาแน่นของสสาร และนำผลการทดลองมาสื่อสารให้เข้าใจง่ายในรูปของแบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของสสารทั้ง 3 สถานะ (ภาพ 1ข) ดังนั้น แบบจำลองวิทยาศาสตร์จึงเป็นตัวแทนที่ช่วยอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่มีความเป็นนามธรรมให้มีความสมเหตุสมผล และยังเป็นองค์ความรู้หนึ่งที่มีความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลอง (Giere as cited in Windschitl & Thompson, 2006) เช่น ใช้แบบจำลองในการตั้งคำถาม สร้างสมมติฐาน ทำการทดลอง รวบรวมหลักฐาน อันจะนำไปสู่การสร้างทฤษฎีใหม่ ๆ และสื่อสารแนวคิดที่ได้ให้กับผู้อื่น



ภาพ 1 แบบจำลองอะตอมของทอมสัน (ก) แบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของสสาร (ข)

ที่มา: Tro (2010, p. 50, 7)

สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาเข้าใจยากนั้นจำเป็นต้องใช้แบบจำลองวิทยาศาสตร์เป็นตัวช่วยในการอธิบายให้เข้าใจง่ายขึ้น แบบจำลองจึงมีความสำคัญในการสอนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเพื่อใช้อธิบาย หรือ/และทำนายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ หรือใช้แบบจำลองเป็นสมมติฐานเพื่อนำไปสู่ข้อค้นพบหรือคำอธิบายวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ (Gilbert, 2004; Oh & Oh, 2011; zu Belzen et al., 2019) ซึ่งช่วยให้นักเรียนมีกระบวนการคิดในการพัฒนาองค์

ความรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองและปฏิบัติเหมือนกับกระบวนการการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับการปฏิรูปการเรียนรู้จากการให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Learning science) สู่การกระตุ้นให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Learning about science) จนนำไปสู่การให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติเหมือนกับนักวิทยาศาสตร์ (Doing science) (Hodson, 2014) ซึ่งเป็นการจำลองการเรียนรู้เหมือนกับที่กลุ่มนักวิทยาศาสตร์ใช้สร้างองค์ความรู้ร่วมกันผ่านกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (OECD, 2016) ดังนั้น จึงมีการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้การปฏิบัติสร้างแบบจำลอง (Modeling practices) หรือการสร้างและใช้แบบจำลอง (Developing and using models) ซึ่งเป็น 1 ใน 8 ของการปฏิบัติวิทยาศาสตร์ (Science practices) ของมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ (Next Generation Science Standards หรือ NGSS) ประเทศสหรัฐอเมริกา (NGSS Lead States, 2013) ซึ่งจุดเน้นของมาตรฐานดังกล่าวคือ การให้นักเรียนได้ทำงานหรือปฏิบัติเหมือนกับนักวิทยาศาสตร์ในการสร้างองค์ความรู้ สำหรับเป้าหมายของการใช้แบบจำลอง คือ ใช้แบบจำลองเพื่ออธิบาย หรือทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างสมเหตุสมผล เช่น นักเรียนสร้างแบบจำลอง (ความรู้) ในชุมชนห้องเรียนของตนเอง ใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นบอกเหตุผลว่าปรากฏการณ์เกิดขึ้นได้อย่างไร (How) และทำไมจึงเป็นเช่นนั้น (Why) NGSS ยังได้นิยามแนวปฏิบัติการสร้างแบบจำลองออกเป็น 2 ประเด็น คือ 1) แบบจำลองสามารถใช้เป็นตัวแทนของแนวคิด อธิบาย ทำนาย และสื่อสาร 2) แบบจำลองสามารถใช้สร้างและปรับปรุงการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (NGSS Lead States, Appendix F NGSS Lead States, 2013) ดังนั้น การที่นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติเหมือนกับนักวิทยาศาสตร์ ก็จะส่งเสริมให้นักเรียนมีกระบวนการคิดพัฒนาแบบจำลองเหมือนนักวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) โดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ยังให้ความสำคัญกับแบบจำลองโดยการส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ในสมรรถนะวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (OECD, 2016) สำหรับประเทศไทยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองคือการเพิ่มเป็นทักษะที่ 14 ของกระบวนการวิทยาศาสตร์ ซึ่งบูรณาการอยู่ในหลักสูตรที่ปรับปรุงใหม่ที่ส่งเสริมให้นักเรียนให้มีทักษะการสร้างแบบจำลองเพื่อสื่อสารแบบจำลองรูปแบบต่างๆ ให้ผู้อื่นเข้าใจ เช่น กราฟ รูปภาพ สิ่งประดิษฐ์ เป็นต้น (IPST., 2561) จะเห็นได้ว่า NGSS, PISA และ สสวท. ต่างให้ความสำคัญกับแบบจำลองโดยให้นักเรียนเป็นผู้สร้างแบบจำลอง โดยเฉพาะการปฏิบัติสร้างแบบจำลอง นักเรียนต้องสร้างแบบจำลองและพัฒนาแบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์ รวมไปถึงเข้าใจธรรมชาติและบทบาทของการใช้แบบจำลองที่มีเป้าหมายตรงกันกับนักวิทยาศาสตร์

อย่างไรก็ตาม จากการศึกษางานวิจัยที่ศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทและธรรมชาติของแบบจำลอง พบว่า ครูส่วนใหญ่มียังความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองอยู่ (Ladachart & Ladachart, 2017) ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนไปด้วย (Grosslight et al., 1991; Gogolin & Krüger, 2018) นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังพบว่า ครูส่วนใหญ่ใช้แบบจำลองโดยมีวัตถุประสงค์ต่างจากนักวิทยาศาสตร์ (Kite et al., 2020) การใช้แบบจำลองที่มีวัตถุประสงค์ของครูนั้นอาจจะส่งผลให้นักเรียนขาดกระบวนการคิดและสร้างแบบจำลองเหมือนนักวิทยาศาสตร์และทำให้การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองไร้ความหมาย ดังนั้น บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองและการนำแบบจำลองไปใช้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ผู้เขียนหวังว่าเมื่อผู้อ่านได้ศึกษาบทความนี้จะมีความเข้าใจแบบจำลองอย่างลึกซึ้งและสามารถนำแบบจำลองไปใช้สอนได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ผู้เขียนแบ่งหัวข้อออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นเล่าถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เพื่อฉายภาพว่า นักวิทยาศาสตร์สร้างแบบจำลองขึ้นมาได้อย่างไร บทบาทของแบบจำลองเป็นอย่างไร และส่วนที่สองจะเล่าถึงความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแบบจำลอง และการนำแบบจำลองไปใช้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อฉายภาพว่าครูวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจอยู่ในระดับใด ความเข้าใจดังกล่าวส่งผลต่อการนำแบบจำลองไปใช้งานในห้องเรียนอย่างไร ซึ่งผู้เขียนเสนอผลจากงานวิจัยที่สะท้อนวัตถุประสงค์ใช้แบบจำลองของครูทั้งสอดคล้องและไม่สอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ผู้เขียนยังได้เสนอแนะตัวอย่าง

แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองและการปฏิบัติสร้างแบบจำลองอย่างมีประสิทธิภาพในส่วนท้ายของบทความ

บทบาทของแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

จากการทบทวนวรรณกรรม ต่าง ๆ ผู้เขียนสามารถสรุปหรือสังเคราะห์บทบาทของแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

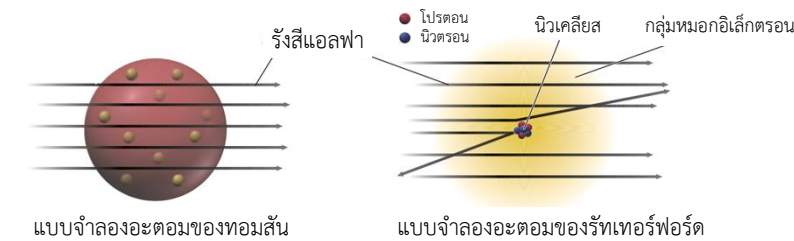
1. นักวิทยาศาสตร์สร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่ออธิบาย หรือ/และทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีความเข้าใจยาก ซับซ้อนและเป็นนามธรรมบนพื้นฐานของข้อมูลจากการทดลองทางวิทยาศาสตร์และเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์เหล่านั้น ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวสร้างขึ้นมาเพื่ออธิบาย หรือ/และทำนายปรากฏการณ์บางส่วน ไม่ได้จำลองให้เหมือนของจริงทุกประการ

แบบจำลองวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายในการสร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่ออธิบาย หรือ/และทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีความเข้าใจยาก ซับซ้อนและเป็นนามธรรมอย่างสมเหตุสมผล และเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์เหล่านั้น โดยปรากฏการณ์ที่นักวิทยาศาสตร์นำมาสร้างเป็นแบบจำลองได้แก่ โครงสร้าง กระบวนการ หรือระบบที่เข้าถึงได้ยากเนื่องจากข้อจำกัดเรื่องความเป็นนามธรรม หรือขนาด (zu Belzen et al., 2019, p. 10) เพื่อให้เห็นภาพชัดขึ้นผู้เขียนขอยกตัวอย่างดังนี้ ความเป็นนามธรรม (Abstractness) เช่น แบบจำลองอะตอม เพราะไม่มีใครเคยเห็นอะตอม แต่นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการทดลองและนำผลการทดลองที่เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์มาสร้างเป็นแบบจำลองควบคู่กับจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายและทำนาย รวมทั้งใช้เป็นตัวแทนของอะตอม หรือขนาด (Size) เช่น ระบบสุริยะ เนื่องจากระบบใหญ่มาก ไม่สามารถมองเห็นได้จริงทั้งระบบ นักวิทยาศาสตร์จึงนำข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มาสร้างแบบจำลองระบบสุริยะให้มีขนาดเล็กลง หรือแบบจำลองโครงสร้างของเซลล์ เนื่องจากองค์ประกอบของเซลล์เล็กเกินที่จะมองเห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์ นักวิทยาศาสตร์จึงนำข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มาสร้างแบบจำลองให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่ออธิบายและใช้เป็นตัวแทนระบบสุริยะและเซลล์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์สร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่ออธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์บางส่วน (Van Der Valk et al., 2007) ไม่ได้จำลองให้เหมือนของจริงทุกประการ ตัวอย่างเช่น แบบจำลองอะตอม นักวิทยาศาสตร์หลายท่านศึกษาอะตอมโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเฉพาะโครงสร้างภายในของอะตอมว่ามีองค์ประกอบอะไรบ้าง กระบวนการที่เกิดขึ้นภายในเป็นอย่างไร ทั้งๆ ที่ไม่มีใครเคยเห็นอะตอมมาก่อน ฉะนั้น เป็นไปได้ยากที่นักวิทยาศาสตร์จะสร้างแบบจำลองได้เหมือนกับของจริง อีกตัวอย่างหนึ่งคือ แบบจำลองระบบสุริยะ แม้ว่าปรากฏการณ์จะมองเห็นได้ แต่นักวิทยาศาสตร์มีวัตถุประสงค์ในการสร้างแบบจำลองที่คล้ายกับของจริงเฉพาะจำนวนและลักษณะการโคจรของดาวเคราะห์ต่างๆ เป็นต้น (Ladachart & Ladachart, 2017, p. 151)

2. นักวิทยาศาสตร์สร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่อเป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหรือแสวงหาความรู้ หรืออีกนัยหนึ่งเพื่อเป็นเครื่องมือในการพัฒนาองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ ดังนั้นแบบจำลองจึงเป็นความรู้ประเภทหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้น

แบบจำลองวิทยาศาสตร์เป็นหัวใจสำคัญและมีส่วนช่วยในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือเป็นเครื่องมือในการแสวงหาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลอง โดยใช้แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการตั้งคำถาม สร้างสมมติฐาน ทำการทดลอง รวบรวมหลักฐาน อันจะนำไปสู่การสร้างทฤษฎีหรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ และสื่อสารแนวคิดให้ผู้อื่นต่อไป (zu Belzen et al., 2019, p. 10) เช่น การสร้างและพัฒนาแบบจำลองอะตอม รัทเทอร์ฟอร์ดนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้ศึกษาโครงสร้างอะตอมเพิ่มเติม โดยใช้แบบจำลองอะตอมของทอมสันเป็นกรอบแนวคิดในการตั้งสมมติฐานว่า ถ้าทำการทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบางแล้ว อนุภาคจะทะลุผ่านแผ่นทองคำเป็นเส้นตรง เนื่องจากทอมสันได้ให้คำอธิบายและทำนายว่า ประจุบวกและประจุลบกระจายกันทั่วอะตอม แต่ผลการทดลองกลับพบว่า อนุภาคแอลฟาส่วนใหญ่ทะลุผ่านเป็นเส้นตรง ส่วนน้อยมีการเบี่ยงเบนทิศทาง และนานๆ ครั้งจะมีสะท้อนกลับมา ผลการทดลองที่ได้นั้นขัดแย้งกับการทำนายและคำอธิบายของทอมสัน ทำให้แบบจำลองอะตอมของทอมสันถูกปฏิเสธหรือหักล้างสมมติฐานด้วยการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด และได้ให้การทำนายหรือคำอธิบายใหม่ว่า อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียส ที่มีขนาดเล็กมากอยู่ภายในและมีประจุไฟฟ้า

เป็นบวก (โปรตอน) และมีอิเล็กตรอนอยู่ล้อมรอบ (Tro, 2010) แสดงดังภาพ 2 ต่อมามีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ทำการศึกษาโครงสร้างอะตอม โดยใช้แบบจำลองของรัทเทอร์ฟอร์ดเป็นกรอบแนวคิดและพัฒนาแบบจำลองมาถึงปัจจุบัน



ภาพ 2 สมมติฐานแบบจำลองอะตอมของทอมสันและรัทเทอร์ฟอร์ด

ที่มา: Tro (2010, p. 51)

การใช้แบบจำลองของครูในห้องเรียนวิทยาศาสตร์

สิ่งที่บ่งชี้ถึงความสามารถหรือคุณภาพของการใช้แบบจำลองของครูในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 2 ส่วน ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองและกระบวนการสร้างแบบจำลองของครูวิทยาศาสตร์ และครูใช้แบบจำลองในห้องเรียนวิทยาศาสตร์อย่างไร หรืออีกนัยหนึ่งผลของความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองของครูส่งผลต่อการนำแบบจำลองไปใช้อย่างไร ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ส่วนที่ 1 ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองและกระบวนการสร้างแบบจำลอง จากการทบทวนวรรณกรรมต่างๆ ผู้เขียนสามารถสรุปหรือสังเคราะห์ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองและกระบวนการสร้างแบบจำลองได้ 1 ประเด็น คือ ครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความเข้าใจบทบาทการใช้งานของแบบจำลองในมุมมองธรรมชาติของและวัตถุประสงค์แบบจำลองแตกต่างจากนักวิทยาศาสตร์ ทำให้ครูมีวัตถุประสงค์ของการใช้แบบจำลองเพื่อวิธีการสอน (Pedagogical purpose) หรือเพื่อส่งเสริมการสอนของครูในการสอนเนื้อหาที่ซับซ้อนเท่านั้น แทนที่จะใช้แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

แนวทางหนึ่งในการพิจารณาความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองและกระบวนการสร้างแบบจำลองพิจารณาได้จากมุมมองของธรรมชาติแบบจำลอง ซึ่งเป็นความเข้าใจว่าแบบจำลองคืออะไร แบบจำลองได้มาได้อย่างไร และมุมมองวัตถุประสงค์ของแบบจำลอง ซึ่งเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการคิดในขณะที่ยังสร้างหรือใช้แบบจำลองวิทยาศาสตร์ การประเมินความเข้าใจของทั้งสองมุมมองแบ่งออกเป็น 3 ระดับ (Grünkorn et al., 2014; Gogolin & Krüger, 2018) โดยใช้บทบาทการใช้งานของแบบจำลองเป็นเกณฑ์ ได้แก่ ระดับ 1 เข้าใจว่าแบบจำลองเป็นวัตถุ (Model object) ระดับที่ 2 เข้าใจว่าแบบจำลองเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ (Model of something) ที่มีอยู่แล้ว และระดับที่ 3 เข้าใจว่าแบบจำลองเป็นเครื่องมือการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ (Model for something) นำไปสู่กระบวนการใหม่ที่ยังไม่ได้มีการอธิบาย (Gouvea & Passmore, 2017) อย่างไรก็ตามผู้เขียนมีความคาดหวังให้ครูมีความเข้าใจในระดับที่ 3 เนื่องจากแบบจำลองที่ใช้มีบทบาทเดียวกันกับนักวิทยาศาสตร์ใช้ ยกตัวอย่างเช่น มุมมองวัตถุประสงค์ของแบบจำลอง คือ ใช้เพื่อทำนายปรากฏการณ์ ในขณะที่ในระดับที่ 1 กลับมองว่าวัตถุประสงค์ของแบบจำลองคือใช้เพื่อบรรยายปรากฏการณ์ ซึ่งการใช้งานของแบบจำลองนั้นแตกต่างจากนักวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 1

ตาราง 1 ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองและกระบวนการสร้างแบบจำลองของครูวิทยาศาสตร์ (Crawford & Flanagan, 2019; Soulios & Psillos, 2016)

มุมมอง	ระดับและนิยาม	การตีความหมายของครู
ธรรมชาติของ แบบจำลอง	ระดับ 1 แบบจำลองคือเลียนแบบ ปรากฏการณ์	แบบจำลองคือการเลียนแบบของจริงทุกประการ - แบบจำลองคือตัวแทนของวัตถุที่ถูกต้องและแม่นยำ/แบบจำลองคือต้นแบบ (prototype) หรือ รูปปั้นวิทยาศาสตร์
	ระดับ 2 แบบจำลองคือตัวแทนแนวคิดของ ปรากฏการณ์	แบบจำลองคือตัวแทนแนวคิดของของจริง - แบบจำลองคือตัวแทนของปรากฏการณ์ที่ทำให้เข้าใจง่าย/แบบจำลองเป็นเครื่องมือการแปลผลเพื่อให้เข้าใจปรากฏการณ์
	ระดับ 3 แบบจำลองคือการสร้างทฤษฎี ใหม่ของปรากฏการณ์	แบบจำลองคือเครื่องมือสำหรับการวิจัยที่สื่อสารอย่างนามธรรม -แบบจำลองคือเครื่องมือสำหรับการวิจัย เช่น ทดสอบสมมติฐาน เป็นกรอบแนวคิดการวิจัยและสื่อสารแนวคิดหรือทฤษฎี
วัตถุประสงค์ของ แบบจำลอง	ระดับ 1 ใช้เพื่อบรรยายปรากฏการณ์	เพื่อเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ - เพื่อเป็นตัวแทนของวัตถุ/เพื่อความสะดวกสบายขึ้น/เพื่อให้ประเด็นที่ศึกษาชัดเจนขึ้น/เป็นเครื่องมือในการสอน (ตัวช่วยในการอธิบาย)
	ระดับ 2 ใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์	เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ - เพื่อช่วยอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร/เพื่อตีความปรากฏการณ์
	ระดับ 3 ใช้เพื่อทำนายปรากฏการณ์	เพื่อทำนายปรากฏการณ์ - ทำนายการเชื่อมโยงระหว่าง 2 ตัวแปร/เป็นเครื่องมือสำหรับสร้างสมมติฐานและสร้างความรู้วิทยาศาสตร์/เป็นเครื่องมือในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

อย่างไรก็ตาม ผู้เขียนได้ศึกษางานวิจัยของ Crawford and Flanagan (2019) ซึ่งทำการสำรวจมุมมองเกี่ยวกับแบบจำลองของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 35 คน นอกจากนี้ ผู้เขียนยังได้ศึกษางานวิจัยของ Soulios and Psillos (2016) ซึ่งได้สำรวจความเชื่อเกี่ยวกับการได้มาซึ่งแบบจำลองของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 16 คน ผลการวิจัยของทั้ง 2 งานเป็นไปในทางเดียวกัน คือ ครูส่วนใหญ่จะมีความเข้าใจอยู่ในระดับที่ 1 และ 2 มีผลการวิจัยน้อยมากที่พบความเข้าใจของครูอยู่ในระดับที่ 3 ผลการวิจัยสะท้อนได้ว่าการใช้แบบจำลองของครูส่วนใหญ่แตกต่างจากนักวิทยาศาสตร์ สำหรับครูวิทยาศาสตร์สามารถดูว่าการใช้แบบจำลองของเราสอดคล้องกับที่นักวิทยาศาสตร์ใช้หรือไม่โดยดูได้จาก 2 เกณฑ์ คือเปรียบเทียบทบทวนการใช้งานของระดับที่ 3 เทียบกับระดับที่ 1 (ตาราง 1) ดังนี้

สำหรับมุมมองธรรมชาติของแบบจำลอง ครูต้องสามารถอธิบายได้ว่า แบบจำลองคือเครื่องมือสำหรับการวิจัยที่สื่อสารอย่างนามธรรม ตัวอย่างเช่น ครูให้คำตอบว่า “แบบจำลองเป็นสิ่งที่ชี้นำแนวคิดเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับปรากฏการณ์ หรือกระบวนการในวิทยาศาสตร์” แต่ถ้าครูตอบว่า “แบบจำลองเป็นวัตถุที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้น หรือ แบบจำลองคือการเลียนแบบของจริง เช่น ระบบสุริยะแบบย่อ” แสดงว่าครูเข้าใจว่าแบบจำลองคือตัวแทนแนวคิดของของจริง ในขณะที่มุมมองวัตถุประสงค์ของแบบจำลอง ครูต้องสามารถอธิบายได้ว่า วัตถุประสงค์ของแบบจำลองใช้เพื่อทำนายปรากฏการณ์ ตัวอย่างเช่น ครูให้คำตอบว่า “เพื่อสร้างสมมติฐานและความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์” แต่ถ้าครูตอบว่า “เพื่อเห็นสิ่งที่เราไม่สามารถมองเห็น หรือเพื่อบรรยายแนวคิดวิทยาศาสตร์ในรูปแบบภาพ” แสดงว่าครูเข้าใจว่าวัตถุประสงค์ของแบบจำลองใช้เพื่อบรรยายปรากฏการณ์

จากผลการวิจัยข้างต้นสะท้อนว่าครูส่วนใหญ่มีความเข้าใจบทบาทการใช้งานของแบบจำลองในมุมมองธรรมชาติของแบบจำลองและวัตถุประสงค์แบบจำลองแตกต่างจากนักวิทยาศาสตร์ ผลของความเข้าใจและการใช้แบบจำลองของครูจึงส่งผลกระทบต่อความเข้าใจแบบจำลองของนักเรียนด้วย ซึ่งมีงานวิจัยเป็นจำนวนมากที่ประเมินความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองและ

กระบวนการสร้างแบบจำลองของนักเรียน โดยผลการวิจัยเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับครู (Grosslight et al., 1991; Gogolin & Krüger, 2018; Grünkorn et al., 2014) ในประเด็นต่อไปผู้เขียนจึงขอเสนอว่าครูใช้แบบจำลองในห้องเรียนวิทยาศาสตร์อย่างไร ใช้แบบจำลองในบทบาทเดียวกันกับนักวิทยาศาสตร์หรือไม่

ส่วนที่ 2 ครูใช้แบบจำลองในห้องเรียนวิทยาศาสตร์อย่างไร จากการทบทวนวรรณกรรมต่างๆ ผู้เขียนสามารถสรุปหรือสังเคราะห์การใช้แบบจำลองของครูในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ได้ 1 ประเด็น คือ ความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแบบจำลองของครูวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อบทบาทการสร้างหรือใช้งานของแบบจำลองในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ เช่น ถ้าครูเข้าใจว่าแบบจำลอง คือ สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นที่ถูกต้องและแม่นยำแล้ว ครูจะใช้ตัวเองมีบทบาทสำคัญในการใช้แบบจำลองเพื่อถ่ายทอดความรู้วิทยาศาสตร์แทนที่จะให้นักเรียนมีบทบาทในการปฏิบัติสร้างแบบจำลองด้วยตนเอง

จากความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองและกระบวนการสร้างแบบจำลองในส่วนที่ 1 วัตถุประสงค์การใช้แบบจำลองของครูควรใช้เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เนื่องจากสอดคล้องกับบทบาทการใช้งานของนักวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Kite et al. (2020) ซึ่งทำการสำรวจความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติสร้างแบบจำลองของครูวิทยาศาสตร์ประจำการในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีประสบการณ์สอน 6 – 20 ปี จำนวน 895 คน โดยกลุ่มผู้วิจัยได้ใช้คำถามกับกลุ่มครูว่า ท่านคิดว่าแบบจำลองถูกใช้เป็นตัวช่วยให้เด็กนักเรียนเกิดการเรียนรู้ในห้องเรียนอย่างไร ผลการวิจัยกลับพบว่า ครูส่วนใหญ่ใช้แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการสื่อสารให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าหรือกระบวนการที่ซับซ้อนแทนที่จะใช้แบบจำลองในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยครูร้อยละ 77 ใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายแนวคิดของปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น ครูให้คำตอบว่า แบบจำลองมีประโยชน์กับการสอนวิทยาศาสตร์มาก โดยเฉพาะการสอนเรื่องอะตอม เนื่องจากเราเรียนรู้ปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ แต่ในทางตรงข้ามมีครูเพียงร้อยละ 8 ใช้แบบจำลองเพื่อทำนาย หรือร้อยละ 2 ของครูใช้แบบจำลองในการพัฒนาคำถาม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Oh and Oh (2011) ได้อธิบายว่าครูส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์จากแบบจำลองในการสาธิตการทำงานของแบบจำลองและอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน นอกจากนี้ผลการวิจัยยังสะท้อนได้ว่า ครูมีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียนโดยใช้แบบจำลอง แทนที่จะกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในการปฏิบัติสร้างแบบจำลองด้วยตนเอง เช่น นักเรียนใช้แบบจำลองเพื่ออธิบาย ทำนายและสื่อสารแนวคิดวิทยาศาสตร์ (Oh & Oh, 2011; Windschitl et al., 2008)

แนวทางการสร้างและใช้แบบจำลองในชั้นเรียน

จากเรื่องราวบทบาทของแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และการใช้แบบจำลองของครูในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เขียนสะท้อนข้อสังเกตจากการทบทวนวรรณกรรม ดังนี้

1. ครูวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลองเป็นเครื่องมือหรือตัวแทนในการสื่อสารให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าหรือกระบวนการที่ซับซ้อนมากกว่าใช้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
2. วัตถุประสงค์การใช้แบบจำลองของครูวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อบรรยายหรืออธิบายมากกว่าใช้เพื่อทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

ในมุมมองของผู้เขียนแบบจำลองคือความรู้ประเภทหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมาเพื่อเป็นเครื่องมือในการพัฒนาองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับการสอนที่ให้นักเรียนแสวงหาหรือสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนให้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์เหมือนกับที่นักวิทยาศาสตร์ทำ การสอนโดยใช้แบบจำลองก็เช่นกันครูวิทยาศาสตร์ควรสอนแบบจำลองแบบที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ เพราะการสอนลักษณะแบบนี้จะช่วยให้เด็กนักเรียนมีกระบวนการคิดในการพัฒนาองค์ความรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองและปฏิบัติเหมือนกับกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ทำให้ได้เรียนรู้แบบจำลองวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย รวมไปถึงการได้ร่วมสร้างแบบจำลองกับเพื่อนร่วมชั้นเหมือนกับกลุ่มนักวิทยาศาสตร์สร้างองค์ความรู้ นักการศึกษาหรือผู้ที่เกี่ยวข้องจึงพยายามปฏิรูปการเรียนรู้ให้นักเรียนปฏิบัติสร้างแบบจำลองเหมือนกับชุมชน

นักวิทยาศาสตร์ในการสร้างความรู้ ดังนั้นครูควรจะมีเชื่อหรือความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองจึงจะทำให้ นักเรียนสร้างแบบจำลองวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง (Gilbert & Justi, 2016)

ทั้งนี้ เพื่อให้ครูได้ใช้แบบจำลองในการสำรวจตรวจสอบวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาจึงคิดหาวิธีการสอนโดยใช้แบบจำลองที่ เลียนแบบการสร้างและใช้แบบจำลองเหมือนนักวิทยาศาสตร์ ผู้เขียนจึงขอยกตัวอย่างแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็น ฐาน (Model-based Learning) (Harrison & Treagust, 2000; Gobert & Buckley, 2000) ซึ่งเป็นวิธีสอนที่ให้นักเรียนปฏิบัติสร้าง และพัฒนาแบบจำลองด้วยตนเอง ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลองทางความคิด: นักเรียนปฏิบัติสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่อตรวจสอบความรู้เดิม ซึ่งแบบจำลองทางความคิดเป็นแบบจำลองเฉพาะของนักเรียนแต่ละคน โดยเป็นส่วนหนึ่งของความรู้ที่อยู่ภายใน โดยทั่วไปนักเรียนแต่ละคนจะมีแบบจำลองทางความคิดที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิม ครูอาจจะกระตุ้นให้นักเรียนวาดภาพและอธิบายสิ่งที่นักเรียนคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษาเพื่อให้นักเรียนแสดงความรู้นั้นออกมา

ขั้นที่ 2 การประเมินและดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง: นักเรียนทำการทดลองเพื่อเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ดังกล่าวและ รวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อประเมินความสอดคล้องกับแบบจำลองที่สร้างขึ้น ถ้าแบบจำลองที่สร้างขึ้นไม่สามารถอธิบายหรือ ทำนายปรากฏการณ์ได้ นักเรียนต้องดัดแปลงแบบจำลอง นักเรียนอาจจะเปรียบเทียบแบบจำลองของกลุ่มเพื่อนที่สร้างขึ้นและรวม แบบจำลองของแต่ละกลุ่มเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นแบบจำลองมติของกลุ่ม ขั้นนี้ครูอาจจะกระตุ้นให้นักเรียนโต้แย้ง หาหลักฐาน สนับสนุนแบบจำลอง หรือใช้แบบจำลองในการสื่อสารให้ผู้อื่น

ขั้นที่ 3 การขยายแบบจำลอง: นักเรียนนำแบบจำลองของมติกกลุ่มไปอธิบายปรากฏการณ์ใหม่ หรือทำนายปรากฏการณ์ อื่นๆ เพื่อขยายขอบเขตของแบบจำลองให้กว้างขึ้น

อย่างไรก็ตาม เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองครูอาจจะให้นักเรียนร่วมกัน สะท้อนคิดในระหว่างการสอน เช่น เมื่อนักเรียนสร้างแบบจำลองขึ้นมาแล้ว ครูอาจจะใช้คำถามว่า นักเรียนสร้างแบบจำลองขึ้นมา เพื่ออะไร ทำไมต้องสร้างแบบจำลอง หรือข้อจำกัดของแบบจำลองคืออะไร เป็นต้น นอกจากนี้เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่าวัตถุประสงค์ของ การใช้แบบจำลองเพื่ออธิบาย หรือ/และทำนายปรากฏการณ์ ครูจะต้องใช้คำถามอย่างไร (How) และทำไมถึงเป็นเช่นนั้น (Why) (Ke & Schwarz, 2020) โดยเฉพาะคำถามทำไมจะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการอธิบายหรือทำนาย ปรากฏการณ์ ตัวอย่างคำถาม เช่น นักเรียนคิดว่าสิ่งที่นักเรียนสังเกตเปลี่ยนแปลงอย่างไร และทำไมถึงเป็นเช่นนั้น แต่กระนั้นมิงานวิจัย ต่างๆ (Barak & Hussein-Farraj, 2013; Markauskaite et al., 2020) ใช้สื่อแอนิเมชันและเทคโนโลยีเป็นตัวช่วยสำหรับการสร้าง พัฒนาและนำเสนอแบบจำลองซึ่งอาจเป็นอีกหนึ่งทางเลือกของครูที่จะประยุกต์การสอนของตนเองสำหรับยุคความปกติใหม่ (New normal) สุดท้ายผู้เขียนหวังว่างานผลของข้อค้นพบของงานวิจัยนี้จะมีประโยชน์กับครูวิทยาศาสตร์ในปรับใช้แบบจำลองให้ เหมือนนักวิทยาศาสตร์ใช้ รวมไปถึงนักวิจัย นักวิทยาศาสตร์ศึกษา และอื่นๆ สามารถนำผลของการวิจัยเป็นข้อมูลในการพัฒนานักเรียน ครูหรือหลักสูตรเกี่ยวกับการปฏิบัติสร้างแบบจำลองวิทยาศาสตร์ต่อไป

สรุป

แบบจำลองเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาเข้าใจยาก ซับซ้อนและเป็นนามธรรม ดังนั้น ครูวิทยาศาสตร์ที่นำแบบจำลองไปใช้สอนควรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองให้ สอดคล้องกับที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ บทความนี้ได้นำเสนอความเข้าใจเกี่ยวกับเป้าหมายและบทบาทของแบบจำลองและการสร้าง แบบจำลองในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับธรรมชาติแบบจำลองและการนำแบบจำลอง ไปใช้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ผลจากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า ครูมีความเข้าใจและใช้แบบจำลองแตกต่างต่างจาก นักวิทยาศาสตร์ ครูใช้แบบจำลองเฉพาะมุมมองด้านการสอนมากกว่าใช้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม การใช้แบบจำลองเป็นเครื่องมือสำหรับการสืบเสาะหาความรู้จะเปลี่ยนบทบาทจากเดิมที่ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้เป็นนักเรียนเป็น ผู้สร้างแบบจำลองด้วยตัวเอง เช่น จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หรือเปลี่ยนวัตถุประสงค์การใช้แบบจำลองจากการใช้

แบบจำลองเพื่อบรรยายเป็นอธิบายหรือ/และทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งการปรับการใช้แบบจำลองดังกล่าวจะส่งเสริมให้นักเรียนคิดและปฏิบัติสร้างแบบจำลองตามการปฏิบัติวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไป

References

- Barak, M., & Hussein-Farraj, R. (2013). Integrating model-based learning and animations for enhancing students' understanding of proteins structure and function. *Research in Science Education*, 43(2), 619-636.
- Crawford, B. A., & Flanagan, K. P. (2019). Teachers' Views About Models and Modeling Competence Towards Developing Scientific Literacy in Young People. In *Towards a Competence-Based View on Models and Modeling in Science Education* (pp. 163-179). Springer.
- Faikhanta, C., & Supatchaiyawong, P. (2014). Model-Based Learning. *Kasetsart Educational Review*, 29(3), 86-99. [in Thai]
- Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115-130.
- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). *Modelling-based teaching in science education (models and modeling in science education, 9)*. New York: Springer.
- Gobert, J. D., & Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891-894.
- Gogolin, S., & Krüger, D. (2018). Students' understanding of the nature and purpose of models. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(9), 1313-1338.
- Gouvea, J., & Passmore, C. (2017). Models of 'versus' Models for. *Science & Education*, 26(1-2), 49-63.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 799-822.
- Grünkorn, J., zu Belzen, A. U., & Krüger, D. (2014). Assessing students' understandings of biological models and their use in science to evaluate a theoretical framework. *International Journal of Science Education*, 36(10), 1651-1684.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Hodson, D. (2014). Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534-2553.
- Ke, L., & Schwarz, C. V. (2020). Supporting students' meaningful engagement in scientific modeling through epistemological messages: A case study of contrasting teaching approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(3), 335-365. <https://doi.org/10.1002/tea.21662>
- Kite, V., Park, S., McCance, K., & Seung, E. (2020). Secondary Science Teachers' Understandings of the Epistemic Nature of Science Practices. *Journal of Science Teacher Education*, 1-22.
- Ladachart, L., & Ladachart, L. (2017). Science Teachers' Perspectives on and Understandings about Scientific Models. *Journal of Community Development Research (Humanities and Social Sciences)*, 10(3), 149-162. [In Thai]

- Markauskaite, L., Kelly, N., & Jacobson, M. J. (2020). Model-based knowing: How do students ground their understanding about climate systems in agent-based computer models? *Research in Science Education*, 50(1), 53-77.
- NGSS Lead States. (2013). Next Generation Science Standards: For states, by states. Washington: The National Academies Press.
- Oh, P. S., & Oh, S. J. (2011). What teachers of science need to know about models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130.
- Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196.
- Organization for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2016). *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics and financial literacy*. Paris: Author.
- Soulios, I., & Psillos, D. (2016). Enhancing student teachers' epistemological beliefs about models and conceptual understanding through a model-based inquiry process. *International Journal of Science Education*, 38(7), 1212-1233.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [IPST]. (2018). *Manual for Basic Science Curriculum, Department of Science (Revised edition 2018) according to the basic education core curriculum, B.E. 2551, primary school*. Retrieved from <http://scimath.org/e-books/8923/flippingbook/index.html>. [In Thai]
- Tro, N. J. (2010). *Principles of chemistry: A molecular approach*: Prentice Hall, NJ: Upper Saddle River.
- Van Der Valk, T., Van Driel, J. H., & De Vos, W. (2007). Common characteristics of models in present-day scientific practice. *Research in Science Education*, 37(4), 469-488.
- Windschitl, M., & Thompson, J. (2006). Transcending simple forms of school science investigation: The impact of preservice instruction on teachers' understandings of model-based inquiry. *American Educational Research Journal*, 43(4), 783-835.
- Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). How novice science teachers appropriate epistemic discourses around model-based inquiry for use in classrooms. *Cognition and Instruction*, 26(3), 310-378.
- zu Belzen, A. U., Krüger, D., & van Driel, J. (2019). *Towards a competence-based view on models and modeling in science education*. New York: Springer.



คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก 65000



+66 5596 2405



edujournal.nu@gmail.com



www.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu