

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 คัมรักษา^{1*} และปริศนา รักบำรุง²Bannarak Khumraksa^{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)

ความพยายามในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้มีเรียนได้มีการศึกษากันมาช้านาน (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

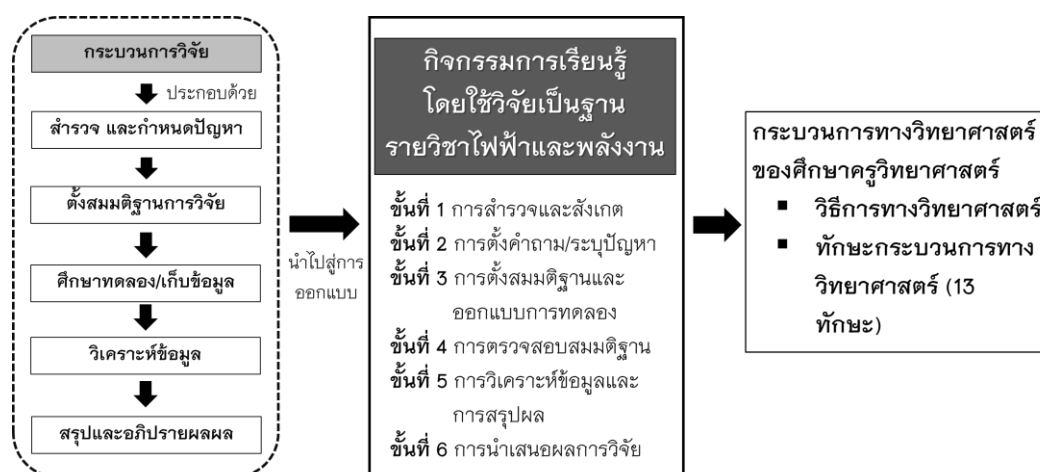
การเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning: RBL) เป็นการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) แบบหนึ่งที่น่าเอาความรู้จากงานวิจัยและผลการวิจัยมาใช้ในการสอน หรือนำเอากระบวนการวิจัยมาเป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน (Tomasik et al., 2013) การจัดการเรียนรู้แบบ RBL นี้ ผู้เรียนจะได้รับการฝึกฝนกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ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

การจัดการเรียนรู้แบบ RBL สามารถช่วยพัฒนาทักษะการออกแบบการทดลอง (Experimental Designing Skill) และทักษะการแปลความหมายข้อมูล (Interpreting Data Skill) (Winkelmann et al., 2015) และพัฒนาทักษะการอภิปรายอย่างมีวิจารณญาณ (Johnson et al., 2010) อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมและพัฒนาความรู้ความสามารถในการทำวิจัย (Hsieh et al., 2016;

Tomasik et al., 2013) ให้แก่ผู้เรียนอีกด้วย ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานจึงเหมาะที่จะนำมาใช้จัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ของผู้เรียนเป็นอย่างยิ่ง

จากประสบการณ์ของผู้วิจัยในฐานะอาจารย์ผู้สอนในหลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ พบว่า นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ยังขาดสมรรถนะในการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นที่จะต้องรู้จักและเข้าใจวิธีการเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างถ่องแท้ก่อนที่จะก้าวออกไปประกอบอาชีพครูวิทยาศาสตร์อย่างมืออาชีพในอนาคต สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ittichinnapat et al. (2016) ที่พบว่า ปัญหาการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษาครูระดับปริญญาตรีคือผู้เรียนขาดทักษะในการปฏิบัติ ทักษะการวิจัย ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลขและทักษะการสื่อสาร

จากแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความตั้งใจและมุ่งหวังที่จะพัฒนานักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ของหลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีให้มีความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานมาเป็นแนวคิดในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาไฟฟ้าและพลังงานเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังแผนภาพในภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานสำหรับรายวิชาไฟฟ้าและพลังงานที่ใช้พัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาผลของการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานในการพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์
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 (QUAL) 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 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนจัดการเรียนรู้ (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

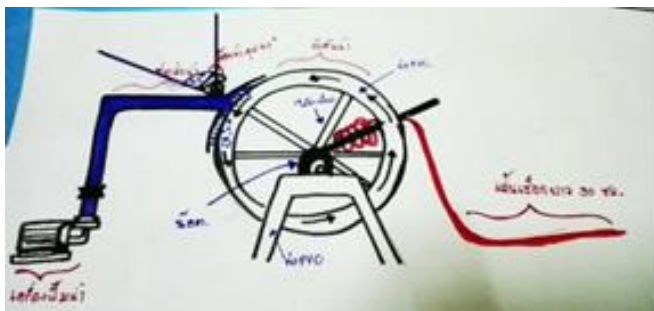
ในส่วนต่อมาเป็นผลการวิจัยเชิงคุณภาพที่ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบอุปนัยเพื่อตรวจสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง แสดงในตาราง 3 โดยจะพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักศึกษาทุกกลุ่มได้รับการพัฒนาให้เกิดขึ้นในระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL คือ ทักษะการสังเกต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

ตาราง 3 แผนผังแสดงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาที่ได้จากการเก็บข้อมูลจากหลักฐานชิ้นงานของนักศึกษา

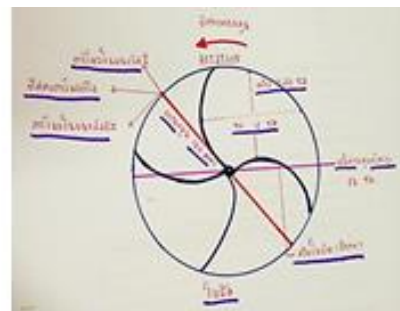
กลุ่ม นักศึกษา	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
R01	✓	✓				✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
R02	✓	✓				✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
R03	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
R04	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
R05	✓	✓				✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
R06	✓	✓	✓			✓	✓		✓		✓	✓	✓
R07	✓	✓				✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
R08	✓	✓				✓	✓		✓		✓	✓	✓
R09	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
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 เพราะการศึกษาดทดลองของแต่ละกลุ่มจะศึกษาแตกต่างกันไปตามปัญหาการวิจัยของแต่ละกลุ่มกำหนด จึงไม่มีการลอกเลียน หรือไม่มีใครคัดลอกจากกลุ่มอื่นได้ ในสถานการณ์เช่นนี้นักศึกษาจึงถูกผลักดันให้แสดงศักยภาพในการคิด การออกแบบ หาวีธีการ เลือกใช้เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ ด้วยตนเอง ซึ่งแตกต่างจากการเรียนในรายวิชาปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ที่ส่วนใหญ่่มักจะมีคู่มือระบุอุปกรณ์ เครื่องมือ และลำดับวิธีการทดลองไว้อย่างชัดเจนแล้ว ผู้เรียนเพียงแค่ปฏิบัติตามขั้นตอนเหล่านั้น 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 ในระหว่างที่ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งยังต้องหาวิธีในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และปัญหาเฉพาะหน้าขณะกำลังมือปฏิบัติ หรือทำการทดลอง เช่น “...จากการลงพื้นที่วิจัยครั้งนั้นทำให้ได้เรียนรู้ถึงข้อผิดพลาดและอุปสรรคของการทำวิจัย และได้รับการช่วยเหลือจากเพื่อนต่างคณะ ซึ่งทำให้เกิดการคิดและการแก้ปัญหาได้ดี...” (R01) “...การได้ลงมือปฏิบัติก็ช่วยให้เราได้พัฒนาตนเองในเรื่องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และช่วยฝึกการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าอย่างมีสติ มีเหตุผลที่รับมือกับมันได้...” (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 “...การทำวิจัยนี้จะเป็นเรื่องยาก แต่เขาก็พยายามทำให้ดีที่สุด แม้จะมีความลำบากในการจัดหาอุปกรณ์ในการทดลองที่มีอยู่อย่างจำกัด...” (R02)

การอภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการวิจัยในการออกแบบและสร้างแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ในรายวิชาไฟฟ้าและพลังงานนั้น แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมานี้มีความสอดคล้องกับกระบวนการวิจัย และมีความสอดคล้องกับกระบวนการแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์หรือที่เรียกว่า “วิธีการทางวิทยาศาสตร์” (Wilke & Straits, 2005; Wilson & Rigakos, 2016) โดยกระบวนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 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 อธิบายได้ว่านักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ในรายวิชาไฟฟ้าและพลังงานนี้ได้แสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ที่มีการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกือบทุกด้าน อย่างไรก็ตาม ทักษะที่ปรากฏให้เห็นว่ายังมีการพัฒนาได้น้อยมากในนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง คือ ทักษะการจำแนก ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา 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 สาเหตุดังกล่าวนี้ส่งผลให้ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมสเปกตรัมและสเปกตรัมเวลา 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., Butnian, 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.