

บทความวิจัย (Research Article)

การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

LEARNING MANAGEMENT BY USING THE INQUIRY METHOD (5E) WITH THE HELLER AND HELLER LOGICAL PHYSICS PROBLEM SOLVING STRATEGY TO DEVELOP LEARNING ACHIEVEMENT AND THE ABILITY OF PHYSICS PROBLEM SOLVING OF TENTH GRADE STUDENTS

Received: June 5, 2017

Revised: July 14, 2017

Accepted: July 17, 2017

วิรัตน์ ชันเขต^{1*} ศรัณย์ ภิบาชนม² และกิตติมา พันธุ์พุกษา³Wirat Khankhet^{1*} Sarun Phibanchon² and Kittima Panprueksa³^{1,2,3}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา^{1,2,3}Faculty of Education, Burapha University, Chonburi, 20130, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: ilap55633@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 32 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นร้อยละ 51.58 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงขึ้นร้อยละ 71.04 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

Abstract

The purposes of this research were to develop learning achievement and the ability of Physics problem solving of tenth grade students by using the inquiry method (5E) with the Heller and Heller logical Physics problem solving strategy. This research was a classroom action research. The participants in this study consisted of 32 tenth grade students in the second semester of the 2016 academic year at Piboonbumpen Demonstration School, Burapha University. The research instruments were lesson plans based on inquiry method (5E) with the Heller and Heller logical Physics problem solving strategy, learning achievement test, and ability of Physics problem solving test. The data were analyzed by percentage, mean, and standard deviation. The results show that:

1. The score of learning achievement development, after using the inquiry method (5E) with the Heller and Heller logical Physics problem solving strategy in Rotational motion was at high level with 51.58%.

2. The ability of Physics solving development score, after using the inquiry method (5E) with the Heller and Heller logical Physics problem solving strategy in Rotational motion was at high level with 71.04 %.

Keywords: Inquiry Method (5E), Heller and Heller Logical Physics Problem Solving Strategy, Learning Achievement, Ability of Physics Problem Solving

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษต่อการศึกษาต่ออาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (Ministry of Education, 2009, p. 4) และ

มุ่งหวังให้การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ โดยปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จากเดิมที่เน้นให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาสาระและใช้การวัดประเมินผลจากการทดสอบด้วยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นความสำคัญกับผู้เรียนในการคิดและลงมือปฏิบัติ มีเป้าหมายของการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ครอบคลุมทั้งความรู้ ความคิด กระบวนการเรียนรู้ด้านการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้ การใช้เทคโนโลยี (Yamsaeng, 2011, p. 74) แต่ระบบการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันยังไม่เป็นไปตามความมุ่งหวังเพราะระบบการเรียนการสอนเป็นลักษณะการป้อนข้อมูลให้ท่องจำ ไม่มีส่วนช่วยกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นใหม่ๆ ขาดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ (Pornkul, 2002, p. 4) ซึ่งวิธีการสอนแบบนี้ทำให้นักเรียนไม่มีความกระตือรือร้น ไม่มีความมั่นใจในตัวเอง ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น และไม่สามารถเริ่มต้นแก้ไขโจทย์ปัญหาด้วยตนเอง (Mudcharoen, 2010, p. 2)

จากผู้วิจัยได้มีโอกาสได้เข้าไปสังเกตการเรียนการสอนและสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนในรายวิชาฟิสิกส์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิต "พิบูลบำเพ็ญ" มหาวิทยาลัยบูรพา เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุน ซึ่งลักษณะของห้องเรียนเป็นแบบคละความสามารถ พบว่าการเรียนการสอนในชั้นเรียนเป็นการเรียนการสอนแบบบรรยาย ซึ่งทำให้นักเรียนขาดความสนใจในบทเรียน ไม่เกิดแรงกระตุ้นในการเรียน ไม่สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ของโจทย์ปัญหา ไม่สามารถเริ่มต้นการแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเองได้ และไม่มีขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาที่ถูกต้องเพียงพอรวมถึงไม่มีกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบอย่างเป็นระบบมากนัก โดยจะรอครูผู้สอนเฉลยและลอกคำตอบตาม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจเนื้อหาฟิสิกส์ส่งผลให้ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหา ไม่มีกลยุทธ์ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นลำดับขั้นตอน รวมถึงวิธีการสอนไม่มีกิจกรรมที่จะส่งผลให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการคิดที่เป็นระบบมากเท่าที่ควร (Prasobkittikun, personal communication, February 16, 2016) จากวิธีการสอนดังกล่าวจึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ชอบเรียนวิชาที่ต้องใช้ทักษะในการคำนวณและไม่ชอบเรียนวิชาฟิสิกส์ที่ต้องใช้ทักษะในการวิเคราะห์โจทย์ในการแก้โจทย์ปัญหา ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนลดลงทั้งระดับโรงเรียนและระดับประเทศ ซึ่งเห็นได้จากผลการทดสอบวิชาสามัญ 9 วิชา ประจำปีการศึกษา 2559 ซึ่งเป็นคะแนนที่มหาวิทยาลัยจะนำไปใช้ประกอบการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อสถาบันอุดมศึกษาระบบรับตรง พบว่า คะแนนเฉลี่ยในแต่ละวิชาคิดจากคะแนนเต็ม 100 มีดังนี้ ภาษาไทย คะแนนเฉลี่ย 56.65 สังคมศึกษา คะแนนเฉลี่ย 34.96 ภาษาอังกฤษ คะแนนเฉลี่ย 30.97 คณิตศาสตร์ 1 คะแนนเฉลี่ย 28.70 ชีววิทยา คะแนนเฉลี่ย 27.32 วิทยาศาสตร์ทั่วไป คะแนนเฉลี่ย 26.43 เคมี คะแนนเฉลี่ย 24.52 ฟิสิกส์ คะแนนเฉลี่ย 22.90 และ คณิตศาสตร์ 2 คะแนนเฉลี่ย 20.88 (Khunnaphabcheevit, 2016) ซึ่งพบว่า วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่นักเรียนทำคะแนนได้เฉลี่ยรองอันดับสุดท้าย

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูผู้สอนคอยอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และครูผู้สอนใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและหาวิธีเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ (Dachakup, 2001, p. 56) ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้นเป็นขั้นตอนการเรียนรู้ที่จะทำให้นักเรียนได้กระบวนการคิดและการหาคำตอบได้อย่างมีระบบ ฝึกให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาหรือ

สถานการณ์จริง โดยเฉพาะในขั้นสำรวจและค้นหา ผู้เรียนจะได้รับปัญหาจากครูผู้สอนเพื่อสำรวจค้นหาคำตอบจากสถานการณ์จริงโดยปราศจากการสอนโดยตรงจากครู ซึ่งถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่จะทำให้ให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ จะเห็นได้ว่าในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สามารถที่จะสร้างองค์ความรู้ให้กับผู้เรียนให้เข้าใจในเนื้อหา หลักการและทฤษฎีต่างๆ ทางฟิสิกส์ได้เป็นอย่างดีและยังสามารถพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chaimala (2007) ที่ศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พบว่า นักเรียนร้อยละ 82.86 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์เป็นวิธีการแก้โจทย์ปัญหาวิธีหนึ่งที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีเหตุผลและเป็นวิธีการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นพิจารณาปัญหา (Focus the problem) เป็นขั้นการทำความเข้าใจภาพรวมของโจทย์ปัญหาโดยการสร้างภาพและระบุตัวแปรที่โจทย์ต้องการ 2) ขั้นตอนอธิบายหลักการฟิสิกส์ (Describe the Physics) เป็นขั้นที่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ที่จะนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งถือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญที่สุดในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา 3) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (Plan the solution) เป็นขั้นการหาแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหามุ่งเน้นหลักการฟิสิกส์ร่วมกับเทคนิคทางคณิตศาสตร์โดยอธิบายให้อยู่ในรูปของสมการคณิตศาสตร์หรือสูตรที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ 4) ขั้นตอนดำเนินการตามแผนที่วางไว้ (Execute the plan) เป็นขั้นปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยการแทนค่าตัวแปรต่างๆ ลงในสมการเพื่อหาคำตอบ และ 5) ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (Evaluate the answer) เป็นขั้นตรวจสอบคำตอบโดยดูว่าคำตอบที่ได้นั้นมีความสมเหตุสมผลกับคำถามหรือไม่ รวมถึงการตรวจสอบหน่วยที่ได้ (Heller & Heller, 2010) จะเห็นได้ว่ากลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์มีขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่เป็นระบบ และสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ในการแก้โจทย์ปัญหา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Litdache (2010) ที่ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนโดยใช้กลวิธีแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ซึ่งผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลดังที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์มาแทรกไว้ในชั้นขยายความรู้ของวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) และนำวิธีการสอนดังกล่าวไปใช้ในขั้นปฏิบัติตามแผน (Action) ตามรูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (PAOR) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์

การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการแสวงหาความรู้อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ทั้งยังพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยเน้นการฝึกคิดวิเคราะห์เป็นลำดับขั้นตอน การคิดเชิงเหตุผลของการแก้โจทย์ปัญหาและเป็นส่วนสำคัญที่จะเป็นเครื่องมือในการแก้โจทย์ปัญหาให้สำเร็จลุล่วงไปได้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้อาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่ศึกษา

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสังเกต หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) เป็นการนำข้อมูล ข้อสังเกตที่ได้วิเคราะห์ แปรผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปภาพ สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น และนำเสนอตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์โดยใช้กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นพิจารณาปัญหา (Focus the problem) 2) ขั้นอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ (Describe the physics) 3) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (Plan the solution) 4) ขั้นดำเนินการตามแผนที่วางไว้ (Execute the plan) และ 5) ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (Evaluate the answer)

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยการทำแบบทดสอบว่านักเรียนมีความรู้ อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน

2. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน

คำถามการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นได้อย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนได้อย่างไร

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 32 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุนในวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่ โดยมีประเด็นเนื้อหาต่อไปนี้

- 3.1 การเคลื่อนที่แบบหมุน และปริมาณที่เกี่ยวข้อง
- 3.2 ทอร์กและโมเมนต์ความเฉื่อยกับการเคลื่อนที่แบบหมุน
- 3.3 พลังงานจลน์ของการเคลื่อนที่แบบหมุน
- 3.4 โมเมนตัมเชิงมุมและอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ใช้เวลาในการทดลอง 14 ชั่วโมง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ จำนวน 4 แผน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.22-0.59 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.22-0.78 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.41-0.67 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.22-0.57 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ชี้แจงให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 32 คน โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา เข้าใจถึงขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ และบทบาทของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์
2. ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียน (pretest) กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพและปรับปรุงแก้ไขแล้ว
3. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ กับกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยดำเนินการสอนเป็น 4 ขั้นตอน (PAOR) โดยนำวิธีการสอนดังกล่าวไปใช้ในชั้นปฏิบัติการตามแผน (action) และต่อเนื่องเป็น 3 วงจร ดังนี้ วงจรที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 วงจรที่ 2 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 วงจรที่ 3 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
4. รวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย บันทึกหลังการสอนของผู้วิจัย แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร ซึ่งอยู่ท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์แล้วปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องก่อนนำไปใช้ในการวางแผนการปฏิบัติการสอนในวงจรต่อไป
5. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอนทุกแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจร ให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

6. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยทดสอบหลังเรียน (posttest) กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์แล้วบันทึกผลการทดสอบไว้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

7. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติสำหรับข้อมูลส่วนต่างๆ ที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละวงจรมานั้นจะนำมาวิเคราะห์เพื่ออธิบายปัญหาต่างๆ ที่ควรปรับปรุง และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพโดยใช้ข้อมูลทั้งระหว่างดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการและเมื่อสิ้นสุดการวิจัย ดังนี้

1. ข้อมูลเชิงปริมาณ แบ่งข้อมูลออกเป็นสองส่วน คือส่วนแรกได้จากแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ทั้ง 3 วงจร ส่วนที่สองได้จาก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ แล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ โดยเกณฑ์ในการวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ สามารถเทียบได้กับเกณฑ์ของ Kamjanawasee (2009, pp. 266-268) ซึ่งกำหนดไว้ ดังนี้

ช่วงคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (%)	ระดับพัฒนาการ
76.00 - 100.00	พัฒนาการระดับสูงมาก
51.00 - 75.00	พัฒนาการระดับสูง
26.00 - 50.00	พัฒนาการระดับปานกลาง
0.00 - 25.00	พัฒนาการระดับต่ำ

2. ข้อมูลเชิงคุณภาพได้จากการเก็บข้อมูลจากบันทึกหลังการสอนของผู้วิจัยและแบบสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพื่อนำผลการวิเคราะห์ไปพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผลการวิจัย

การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ประเด็น ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ได้ผลดังตาราง 1

ตาราง 1 คะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ก่อนเรียน		หลังเรียน		คะแนนพัฒนาการ		ระดับพัฒนาการ
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
ด้านความรู้-จำ (6)	2.25	0.56	4.75	1.10	66.92	28.03	สูง
ด้านความเข้าใจ(6)	1.46	0.84	3.90	0.95	52.39	19.97	สูง
ด้านนำไปใช้ (7)	1.63	0.75	3.90	0.92	41.28	19.00	ปานกลาง
ด้านวิเคราะห์ (1)	0.09	0.29	0.43	0.53	37.50	49.19	ปานกลาง
รวมทั้งฉบับ (20)	5.43	1.31	13.00	1.84	51.58	13.24	สูง

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ มีคะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมทั้งฉบับอยู่ในระดับสูง ($\bar{X} = 51.58$, S.D.= 13.24) เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละด้าน พบว่า ด้านความรู้-จำ ($\bar{X} = 66.92$, S.D.= 28.03) ด้านความเข้าใจ ($\bar{X} = 52.39$, S.D.= 19.97) มีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับสูง ส่วนด้านการนำไปใช้ ($\bar{X} = 41.28$, S.D.= 19.00) และด้านวิเคราะห์ ($\bar{X} = 37.50$, S.D.= 49.19) มีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับปานกลาง

2. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ได้ผลดังตาราง 2

ตาราง 2 คะแนนพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ (5)	ก่อนเรียน		หลังเรียน		คะแนนพัฒนาการ		ระดับพัฒนาการ
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
	9.87	2.15	38.37	4.24	71.01	4.36	สูง

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์อยู่ในระดับสูง ($\bar{X} = 71.01$, S.D.= 4.36)

3. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ วงจรที่ 1 ถึงวงจรที่ 3 ได้ผลดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 คะแนนทดสอบย่อยท้ายวงจรหลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน วงจรที่ 1 ถึงวงจรที่ 3

คะแนนทดสอบย่อยท้ายวงจร	วงจร			$\bar{X}$	S.D.
	1	2	3		
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (5 คะแนน)	3.60	3.50	4.09	3.73	0.31
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ (10 คะแนน)	2.65	6.70	7.93	5.76	2.76

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละวงจรแตกต่างกันเล็กน้อย ซึ่งวงจรที่มีคะแนนมากที่สุดคือ วงจรที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย 4.09 คะแนน รองลงมา คือ วงจรที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ย 3.60 คะแนน และวงจรที่มีคะแนนน้อยที่สุดคือวงจรที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ย 3.50 คะแนน

ด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ พบว่า ในวงจรที่ 1 ถึงวงจรที่ 3 มีคะแนนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยวงจรที่ 3 มีคะแนนมากที่สุด ($\bar{X} = 7.93$) และวงจรที่ 1 มีคะแนนน้อยที่สุด ($\bar{X} = 2.65$)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ เนื่องด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนจะใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีระบบ และค้นหาคำตอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยครูผู้สอนจะคอยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น นอกจากนี้ ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง และร่วมแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน สอดคล้องกับคำกล่าวของ Wiangwalai (2013, p. 147) ที่กล่าวว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นหาความจริงโดยการแสวงหาความรู้ มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดหาเหตุผล ลงมือ

ปฏิบัติ สำหรับตรวจสอบ เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ใหม่หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเอง ความรู้ที่ได้จะคงทนถาวรอยู่ในความทรงจำระยะยาว ซึ่งครูไม่สามารถสร้างได้ แต่ครูเป็นเพียงผู้จัดการให้เกิดประสบการณ์เรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนมุ่งมั่นไปทั่วทุก ปัญหาหรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยในขั้นนี้จะเน้นไปที่การเชื่อมโยงสู่ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเพราะจะได้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสเชล ที่กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้จะมีความหมายแก่ผู้เรียน หากการเรียนรู้นั้นสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่รู้มาก่อน (Khammani, 2016, p. 68) และให้นักเรียนได้สำรวจความคิดรวบยอดที่ผิดของตนเอง (misconception) หรือกล่าวได้ว่าครูทำให้นักเรียนเกิดความไม่สมดุลทางปัญญา (cognitive disequilibrium) เพื่อที่จะให้นักเรียนเกิดคำถามขึ้นในใจและอยากที่จะเรียนรู้หาคำตอบ โดยปัญหาทำให้เกิดการคิด เพราะการคิดเกิดเมื่อบุคคลเผชิญกับสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดปัญหา ความขัดแย้งหรือคำถามจะเกิดสภาวะความไม่สมดุลขึ้น (disequilibrium) ซึ่งจะเป็นสิ่งกระตุ้นให้บุคคลคิดเพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ เมื่อสามารถแก้ปัญหาหรือตอบคำถามนั้นๆ ได้ บุคคลจะกลับเข้าสู่สภาวะสมดุล (equilibrium) (Moonkam, 2006, p. 11) ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนต้องให้เวลานักเรียนในการสำรวจความคิดของตนเองในสิ่งที่นักเรียนเข้าใจเดิมอยู่แล้ว ซึ่งจากความไม่สมดุลทางความรู้จากขั้นที่ผ่านมาจะทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากทดลอง และอยากหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งหน้าที่ของครูในกระบวนการนี้ คือ ทำหน้าที่คอยอำนวยความสะดวกต่างๆ และให้เวลากับนักเรียนในการสำรวจค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งจากการจัดกิจกรรมแบบนี้จะส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืนคงทน เพราะนักเรียนได้ลองผิดลองถูกด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ Learning by doing ของจอห์น ดิวอี้ (Wiangwalai, 2013, p. 96) ที่กล่าวไว้ว่า ความเจริญงอกงามทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญา การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมในลักษณะกลุ่มปฏิบัติการที่เรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรงจากการเผชิญสถานการณ์จริงและการแก้ปัญหา เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการกระทำ ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง ฝึกคิด ฝึกลงมือทำ ฝึกทักษะกระบวนการต่างๆ ฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และฝึกทักษะการแสวงหาความรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนคิดเป็นและแก้ปัญหาเป็น โดยการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ซึ่งวิธีนี้จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืน ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องนำเสนอข้อมูลหรือความคิด (ideas) ต่างๆ ที่ได้จากการสำรวจหาวิเคราะห์ร่วมกับกลุ่มอื่นๆ เพื่อที่ผู้เรียนจะได้แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ร่วมกันรวมทั้งลงข้อสรุปร่วมกัน ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration) เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ซึ่งจะช่วยให้เกิดการเชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น โดยที่ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ชัดเจนและเป็นการเรียนรู้ที่คงทน รวมทั้งได้สร้างกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือติดตัวผู้เรียนไป เพื่อใช้ในการแสวงหาความรู้และคำตอบอื่นๆ ที่ตนเองต้องการเรียนรู้ในอนาคตต่อไป (Suttirat, 2009, p. 60) ส่งผลให้ผู้เรียนมีความรู้ที่กว้างขึ้น และเห็นความสำคัญของการเรียนรู้มากขึ้น ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (evaluation) เป็นขั้นประเมินความเข้าใจของผู้เรียนจากสิ่งที่เรียนไปทั้งหมด

โดยให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดรวมทั้งแบบทดสอบทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อนำผลการประเมินที่ได้ไปเป็นแนวทางในการปรับปรุง

ซึ่งจากผลวิจัย พบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นร้อยละ 51.58 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chaimala (2007) ที่ศึกษาความสามารถในการคิดแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พบว่า นักเรียนร้อยละ 82.86 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละด้าน พบว่า ด้านความรู้-จำ มีคะแนนพัฒนาการสูงที่สุด ($\bar{X} = 66.92$, S.D.= 28.03) รองลงมาเป็นด้านความเข้าใจ ($\bar{X} = 52.39$, S.D.= 19.97) ด้านการนำไปใช้ ($\bar{X} = 41.28$, S.D.= 19.00) ด้านการวิเคราะห์ ($\bar{X} = 37.50$, S.D.= 49.19) ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามจุดมุ่งหมายทางด้านพุทธิพิสัยของบลูม 6 ด้าน ที่นักเรียนจะค่อยๆ พัฒนาจากทักษะการคิดขั้นต่ำกว่า (lower order thinking skills) ไปสู่ทักษะการคิดขั้นสูงกว่า (higher order thinking skills) เช่น ในระดับความรู้หรือความจำเป็นทักษะง่ายสุดที่จะเป็นพื้นฐานสำหรับการคิดในระดับที่สลับซับซ้อนขึ้น (Saratana, 2013, p. 12) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Song-Achin (2008) ที่ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีคะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านความรู้-จำ สูงที่สุด ($\bar{X} = 49.64$) รองลงมาเป็นด้านความเข้าใจ ($\bar{X} = 44.36$) และด้านการนำไปใช้ ($\bar{X} = 56.74$) ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Intamong (2016) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านความรู้-จำ สูงที่สุด ($\bar{X} = 76.62$) รองลงมาเป็นด้านความเข้าใจ ($\bar{X} = 50.35$) ด้านการวิเคราะห์ ($\bar{X} = 48.63$) และด้านสุดท้ายคือด้านการนำไปใช้ ($\bar{X} = 45.10$) ซึ่งจะพบว่าด้านการวิเคราะห์จะสูงกว่าด้านการนำไปใช้เพียงเล็กน้อย

ผู้วิจัยได้นำกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์มาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นพิจารณาปัญหา (Focus the problem) ขั้นที่ 2 ขั้นอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ (Describe the physics) ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (Plan the solution) ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการตามแผนที่วางไว้ (Execute the plan) ขั้นที่ 5 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (Evaluate the answer) โดยแทรกเข้าไปในขั้นที่ 4 คือ ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เป็นวิธีการที่มีขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่มีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน จากผลการวิจัย พบว่า วิธีการกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์มีจุดเด่น คือ มีการเอานำหลักการฟิสิกส์มาใช้อธิบายในการแก้โจทย์ปัญหา เน้นการตรวจสอบผลลัพธ์ โดยการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ การตรวจสอบหน่วย และความสมบูรณ์ของคำตอบ ซึ่งจากขั้นตอนนี้ พบว่า ทำให้

นักเรียนเกิดทักษะในการคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีระบบ โดยในขั้นตอนที่ 1 คือ ขั้นพิจารณาปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องทราบภาพรวมของโจทย์ปัญหา โดยนักเรียนจะต้องสร้างภาพเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาแบบนามธรรมได้ วาดภาพแสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างๆ รวมถึงนักเรียนต้องระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องทั้งหมดทั้งที่ทราบค่าและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ลงไปในรูปภาพ ขั้นที่ 2 ขั้นอธิบายหลักการฟิสิกส์ คือ ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ที่จะนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งถือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญที่สุดในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา มีการระบุสูตรที่ใช้สำหรับการแก้โจทย์ปัญหารวมถึงมีการอธิบายหลักการฟิสิกส์มาใช้ในการวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนแก้ปัญห ผู้เรียนสามารถที่จะวางแผนหรือหาแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อน สำหรับการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งในขั้นตอนนี้ครูผู้สอนได้กระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้โจทย์ปัญหามาพื้นฐานความเข้าใจหลักการฟิสิกส์มากกว่าเทคนิคทางคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่า ในกระบวนการนี้จะทำให้นักเรียนมีตรรกะในการสร้างสมการที่ซับซ้อนเพื่อเชื่อมโยงตัวแปรเป้าหมายที่ไม่ทราบค่ากับตัวแปรที่ทราบค่าได้ ซึ่งผู้เรียนจะเกิดทักษะและกระบวนการคิดวิเคราะห์เป็นระบบในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งจะแตกต่างจากขั้นที่ 4 คือ ขั้นดำเนินการตามแผนที่วางไว้คือขั้นที่ต้องอาศัยทักษะทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา และขั้นที่ 5 ขั้น คือ ตรวจสอบผลลัพธ์ เป็นขั้นที่ตรวจสอบผลลัพธ์โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ นั่นว่า มีความถูกต้องหรือไม่ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีตรรกะในการแก้โจทย์ปัญหาได้เป็นลำดับขั้นตอน ดังนั้น กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ จึงมีความเหมาะสมกับการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ จะช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาคือเป็นลำดับขั้นตอน และยังสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์มีคะแนนพัฒนาการสูงขึ้น ร้อยละ 71.01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Heller, et al. (1991) ได้ศึกษาผลของการสอนวิธีแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบกลุ่มกับการแก้โจทย์ปัญหารายบุคคล โดยใช้กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ซึ่งผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ใช้กลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบกลุ่มดีกว่านักเรียนที่แก้โจทย์ปัญหารายบุคคล และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chuchuer (2011) ที่ศึกษาผลของการเรียนการสอนฟิสิกส์โดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและมนทัศน์ เรื่องโมเมนตัมและการดล ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนที่เรียนฟิสิกส์โดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเท่ากับ 76.03 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และนักเรียนที่เรียนฟิสิกส์โดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Duangkaew (2015) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบ

สืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูอาจจะเน้นย้ำการอธิบายแต่ละขั้นตอนในการแก้ปัญหตามกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น รวมทั้งทำโจทย์เพิ่มมากขึ้นเพื่อให้ให้นักเรียนได้เข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาที่ชัดเจน

1.2 จากผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุนได้ ดังนั้นครูสามารถนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ไปใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์หรือวิชาที่มีธรรมชาติใกล้เคียงกัน ได้แก่ วิชาคณิตศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

อาจมีการนำการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative learning) มาใช้ร่วมกับการศึกษากลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์เพื่อศึกษาทักษะความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแบบรายกลุ่มเพื่อศึกษาว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ จะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถแก้โจทย์ปัญหาหรือไม่

References

- Chaimala, P. (2007). *Problem solving ability and learning achievement of physics toward inquiry cycle (5Es) in Mathayom Suksa V students* (Master thesis). Khon Kaen: Khon Kaen University. [in Thai]
- Chuchuer, O. (2011). *Effect of Physics instruction using strategic knowledge construction in problem solving ability and concepts of momentum and impulse of upper secondary school students* (Master thesis). Bangkok: Chulalongkorn university. [in Thai]
- Dachakup, P. (2001). *Child-centered learning: Method and teaching technic 1*. Bangkok: The Master Group Management. [in Thai]
- Duangkaew, E., Pibbranchon, S., & Sirisawat, S. (2015). 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), 202-210. [in Thai]

- Heller, K., & Heller, P. (2010). *Cooperative problem solving in physics a user's manual*. Retrieved July 15, 2016, from <https://www.aapt.org/Conferences/newfaculty/upload/Coop-Problem-Solving-Guide.pdf>
- Heller, P., Keith, R., & Anderson, S. (1991). Teaching problem solving through cooperative group. Part 1: Group versus individual problem solving. *Physics Teachers*, 60(7), 627-636.
- Intamong, K. (2016). *The study of biology achievement and scientific analytical thinking by using 7e learning cycle with concept mapping technique on photosynthesis of 11th grade students* (Master thesis). Chonburi: Burapha University. [in Thai]
- Karnjanawasee, S. (2009). *Classical test theory* (6th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Khammani, T. (2016). *Teaching science: Knowledge for process to effective learning* (20th ed). Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Khunnaphabcheevit. (2016). *National institute of educational testing service announced 9 ordinary subjects*. Retrieved April 10, 2016, from <http://www.komchadluek.net/news/edu-health/222051>
- Litdache, A. (2010). *Ability in physics word problem solving of Mathayom Suksa 4 students through Heller and Heller logical problem solving strategy* (Master thesis). Chiang Mai: Chiang Mai University. [in Thai]
- Ministry of Education. (2009). *The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551*. Bangkok: Agricultural Co-operative Federation of Thailand. [in Thai]
- Moonkam, S. (2006). *Problem solving teaching Strategies* (3rd ed). Bangkok: Pabpim. [in Thai]
- Mudcharoen, S. (2010). *Developing grade 11 students' problem solving ability and learning achievement in the physics course of "sound" using metacognition strategy* (Master thesis). Khon Kaen: Khon Kaen University. [in Thai]
- Pornkul, C. (2002). *Cats: A student-centered instructional model* (2nd ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Prasobkittikun, T. (February 16, 2016). *Interview*. [in Thai]
- Sararattana, W. (2013). *The new educational paradigm on 21th century*. Bangkok: Tippyawisut. [in Thai]
- Song-Achin, S. (2008). *The results of learning management by an inquiry process on the analytical thinking abilities, abilities in problem solving and learning achievements in science of Prathomsuksa six students* (Master thesis). Songkhla: Thaksin University. [in Thai]
- Suttirat, C. (2009). *80's innovations by child-centered learning*. Bangkok: Danex Inter corporation. [in Thai]
- Wiangwalai, S. (2013). *Learning management*. Bangkok: Odian Store. [in Thai]
- Yamsaeng, W. (2011). *Research and evaluation of science*. Bangkok: Ramkhamhaeng University. [in Thai]