

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

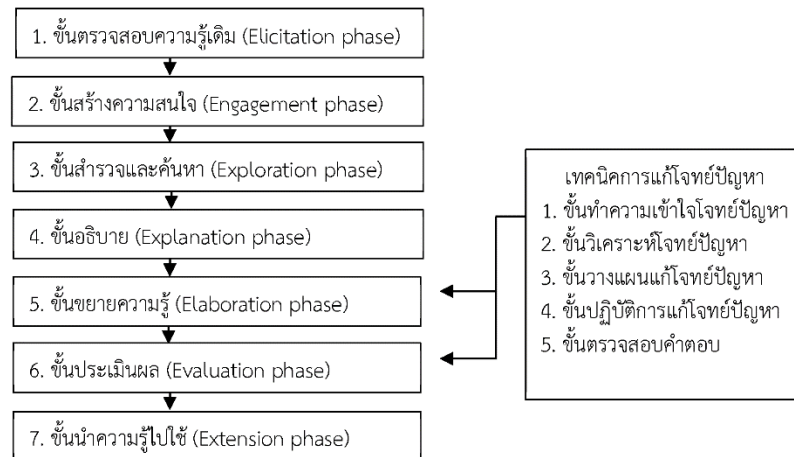
วิชาฟิสิกส์เป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ และเป็นพื้นฐานที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในปัจจุบันเป็นวิชาที่นักเรียนไม่ค่อยประสบความสำเร็จในการเรียน เห็นได้จากผลการจัดสอบ 9 วิชาสามัญ ที่จัดสอบโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นการทดสอบที่เน้นวัดความรู้ ความคิด 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) และจากการสัมภาษณ์มาสเตอร์บุญธรรม 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 ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มักประสบกับปัญหาในการวิเคราะห์โจทย์และไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้ 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 ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ 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 ที่มีต่อมนักศึกษาวิทยาศาสตร์ 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 ร่วมกับวิธีจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ 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]