

บทความวิจัย (Research Article)

การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

AN ACTION RESEARCH FOR ENHANCING SCIENTIFIC LITERACY BY USING PROBLEM-BASED LEARNING ON STOICHIOMETRY FOR 10th GRADE STUDENTS

Received: June 20, 2018

Revised: August 8, 2018

Accepted: August 16, 2018

กนิษฐกานต์ เบญจพลาภรณ์^{1*} สกนชัย ชะนูนันท์² และจินตนา กล่ำเทศ³
Kanittakan Benjaphalaporn^{1*} Skonchai Chanunan² and Jintana Klamtet³

^{1,2,3}มหาวิทยาลัยนเรศวร

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

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ อนุทินและใบกิจกรรมของนักเรียน โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาจากแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้และอนุทินของนักเรียน วิเคราะห์ผลการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์จากใบกิจกรรมของนักเรียน ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยวิธีการตรวจสอบแบบสามเส้า ผลการวิจัย พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานควรมีลักษณะ ดังนี้ 1) ขึ้นแบ่งกลุ่มทำงาน ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจ 2) ขึ้นทำความเข้าใจกับปัญหา ครูเสนอปัญหาที่อยู่ในชีวิตประจำวันให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ ระบุปัญหา แยกแยะประเด็นปัญหา 3) ขึ้นระดมสมอง นักเรียนเลือกปัญหาที่จะศึกษาด้วยตนเองนำไปสู่การค้นคว้าหาความรู้ 4) ขึ้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนดำเนินการทดลอง และ 5) ขึ้นสรุปประเด็นปัญหา นักเรียนนำเสนอผลการทดลองและสรุปแนวทางการแก้ปัญหา และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีการพัฒนาสมรรถนะของการรู้วิทยาศาสตร์ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ

คำสำคัญ: การรู้วิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ปริมาณสารสัมพันธ์

Abstract

The purpose of this research was to examine the effective ways of problem-based learning that enhance scientific literacy in stoichiometry topic of 10th grade students. The participants were 30 students. The methodology of this research was a classroom action research, run for three continuous cycles. The research instruments were classroom observation forms, researcher's daily field notes, student reflection journals and student activity sheets. The data was analyzed using content analysis from classroom observation forms, researcher's daily field notes and student reflection journals, analyze the result of scientific literacy using student activity sheets. Data credibility by triangulation method. The results of the study; suggest that the effective way of problem-based learning are described as follows: 1) phase of divide into groups, students divide groups by themselves, 2) phase of understand the problem, teacher brings the interesting problems in daily life encourage students to analyze and identify the problems, 3) phase of brainstorming, students choose problem issues by themselves, 4) phase of research, students find the answer by experiment, and 5) phase of summarize problem issues, students explain result of experiment and summarize the ways to solve problem and the students have progresses in term of scientific literacy.

Keywords: Scientific Literacy, Problem-Based Learning, Stoichiometry

บทนำ

การรู้วิทยาศาสตร์ มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจ สังคม ประเทศ และต่อตัวบุคคล เนื่องจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเพิ่มศักยภาพของประเทศ อีกทั้งยังมีความสำคัญต่อตัวบุคคลในการดำรงชีวิตประจำวัน มนุษย์ควรมีความเข้าใจในแนวคิด กระบวนการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการรู้วิทยาศาสตร์จะช่วยให้บุคคลสามารถวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ตามหลักวิทยาศาสตร์ได้เพื่อประโยชน์ในการดำรงชีวิตประจำวัน (Tammaprathep, 2014, p. 22) ดังนั้น การได้รับการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญ เพื่อที่จะได้มีความรู้ ความเข้าใจในธรรมชาติและ เทคโนโลยี และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีเหตุผล (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, (2012, p. 1) โดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) ได้ให้นิยามการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) คือ ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิด ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง (OECD, 2013, p. 11) โดยการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ได้ประเมินสมรรถนะของการรู้วิทยาศาสตร์ 3 สมรรถนะ ได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและการออกแบบ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์ ซึ่งสิ่งที่สำคัญในสังคมวิทยาศาสตร์ คือ บุคคลจะต้องสามารถอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจ ตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน สามารถรับรู้

เสนอและประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017, p. 11)

ในการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ PISA ต้องการหาตัวชี้วัดว่า นักเรียนเรียนรู้ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และสามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดีเพียงใด (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2018, p. 19) และจากการวิเคราะห์รายงานผล PISA ในปี 2015 ซึ่งเน้นการประเมินทางด้านการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า ผลคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย คือ 421 คะแนน ซึ่งอยู่ในช่วงลำดับที่ 51-57 และต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD มากกว่าหนึ่งระดับและอยู่ในกลุ่มล่างหรือกลุ่มที่มีผลการประเมินต่ำ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017, p. 2) โดยตามเกณฑ์ของ PISA ได้กำหนดให้ระดับ 2 เป็นระดับพื้นฐานต่ำสุดที่นักเรียนที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐานควรมีและเป็นระดับที่แสดงว่าพอจะมีความรู้และทักษะวิทยาศาสตร์พอจะใช้ประโยชน์ได้ในสถานการณ์ง่ายๆ ไม่ซับซ้อน แต่สำหรับนักเรียนไทยได้มีการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ไม่ถึงระดับ 2 อยู่ 46.7% จากข้อมูลสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถนำความรู้พื้นฐานมาใช้ในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ ตีความข้อมูลหรือบอกปัญหาจากการทดลองง่ายๆ ไม่ซับซ้อนได้ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017) ซึ่งในชีวิตประจำวันที่นักเรียนต้องเผชิญกับปัญหาส่งผลให้นักเรียนไม่รู้ว่ปัญหาใดเป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์จึงทำให้ขาดโอกาสที่จะนำการเผชิญปัญหาในชีวิตประจำวันมาใช้ให้เกิดประโยชน์ (Klainin et al., 2008)

จากผลการประเมินของโครงการ PISA ข้างต้นสอดคล้องกับสภาพปัญหาที่ผู้วิจัยสังเกตจากพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในชั้นเรียนร่วมกับสัมภาษณ์ครูผู้สอนรายวิชาเคมี พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุแนวทางในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ ไม่สามารถระบุตัวแปรต่างๆ ที่ต้องการศึกษา ไม่สามารถออกแบบการทดลองได้ มีทักษะในการทดลองน้อย อีกทั้งยังขาดทักษะในการอธิบายผลที่ได้จากการทดลอง จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่ไม่ได้เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ส่งผลให้ผู้เรียนขาดการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้ากับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่านักเรียนควรได้รับการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ให้อยู่ในระดับที่สูงขึ้น อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้ข้างต้นยังไม่ตอบสนองต่อการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เท่าที่ควร ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนที่ส่งเสริมการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เน้นให้นักเรียนมีบทบาทโดยตรงในกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนเป็นผู้ที่ลงมือค้นคว้า สำรวจตรวจสอบ ทดลอง เก็บข้อมูลเพื่อหาประจักษ์พยานหลักฐานเพื่อนำมาตีความและนำไปสู่การสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุปเป็นองค์ความรู้ กระบวนการดังกล่าวนี้เป็นกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่มีเป้าหมายให้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่เพียงแต่ประกอบไปด้วยองค์ความรู้แต่วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการเสาะแสวงหาผลที่ได้จากเหตุ ดังนั้น การเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์จึงเน้นกระบวนการเป็นหัวใจสำคัญให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีบทบาทในการหาความรู้ด้วยตนเอง ตั้งแต่การตั้งปัญหา หาสมมติฐาน ออกแบบการเก็บข้อมูลเพื่อพิสูจน์สมมติฐาน การสรุปและสร้าง

แนวคิดหรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนได้มีวิธีคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้พัฒนาทั้งความรู้ ทักษะ และกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งได้พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้วย (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2012, p. 5)

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและการลงมือปฏิบัติเพื่อได้คิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง (Katkarn et al., 2017, p. 80) และส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ รวมถึงสร้างความพร้อมต่อทักษะอาชีพ (Barrows & Kelson, 1993) ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ และจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานจะใช้ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดเพื่อแก้ไขปัญหาอย่างมีระบบ ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นและจากกิจกรรมนักเรียนยังได้ลงมือทำการทดลองเพื่อศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง เช่น การออกแบบการทดลอง และนำผลที่ได้จากการทดลองมาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากผลการทดลองของตนเอง (Kruatong, 2009, p. 58) สำหรับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้อ้างอิงตามขั้นตอนของ Alrahlar (2016, p. 158) มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นแบ่งกลุ่มทำงาน 2) ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา 3) ขั้นระดมสมอง 4) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า และ 5) ขั้นสรุปประเด็นปัญหา

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ซึ่งผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการวิจัย โดยการวิจัยดังกล่าวเน้นการศึกษาเชิงลึกด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพ ประกอบด้วย ขั้นตอนการทำวิจัย 4 ขั้นตอน (Kemmis; Schmuck as cited in Kijkuakul, 2014, pp. 149-152) ดังนี้ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติ (Act) 3) ขั้นสังเกต (Observe) 4) ขั้นสะท้อนผล (Reflect) ซึ่งแต่ละขั้นจะเป็นวงจรปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินงานเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ

ผู้เข้าร่วมวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสตรีประจำจังหวัดแห่งหนึ่งในเขตภาคเหนือตอนล่าง จำนวน 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้เนื้อหาปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ เรื่อง สารกำหนดปริมาณ การคำนวณเกี่ยวกับสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ และผลได้อ้อยละตามลำดับ ซึ่งแต่ละแผนจะใช้ในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการ วงจรละ 1 แผน และใช้เวลาสอนทั้งหมด 12 ชั่วโมง รายละเอียดแสดง ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้

วงจรที่	แผนการจัดการเรียนรู้	สถานการณ์ปัญหา	เวลา (ชม)
1	สารกำหนดปริมาณ	ตะกรันในหม้อต้มน้ำ	4
2	การคำนวณเกี่ยวกับสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ	ปัญหาน้ำกระด้างในชุมชน	4
3	ผลได้อ้อยละ	น้ำมันไบโอดีเซล	4
รวม			12

2. แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ ใช้บันทึกพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยและผู้ร่วมช่วยวิจัยทำการบันทึกผลที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการสอนของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

3. แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ใช้บันทึกพฤติกรรมของนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งข้อดี ข้อเสีย ความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ จากการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

4. อนุทินของนักเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นต่างๆ เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

5. ใบกิจกรรมของนักเรียน เรื่อง สารกำหนดปริมาณ การคำนวณเกี่ยวกับสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ และผลได้อ้อยละ เป็นใบกิจกรรมที่ให้นักเรียนเขียนบันทึกทุกครั้งในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใบกิจกรรมของนักเรียนจะเป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผลการพิจารณาความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากทุกใบกิจกรรม

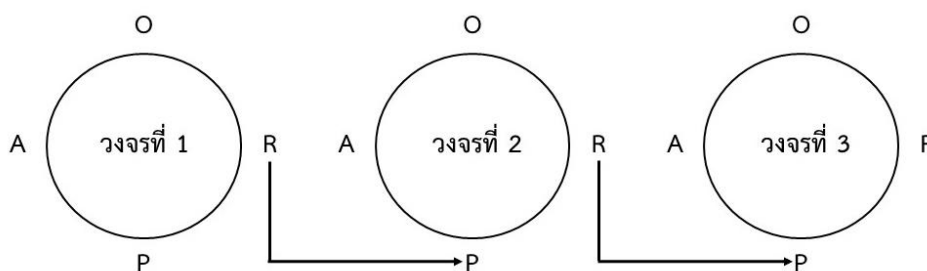
โดยเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่พัฒนารัฐวิทย์ศาสตร์ ได้แก่ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้และอนุทินของนักเรียน และเครื่องมือที่ใช้ประเมินผลการรัฐวิทย์ศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ ใบกิจกรรมของนักเรียน

เครื่องมือวิจัยทั้งหมดได้รับการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และครูผู้ที่มีประสบการณ์สอนมากกว่า 5 ปี เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องของเนื้อหา และความเหมาะสมในการวัดการรัฐวิทย์ศาสตร์

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่เป็นวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการเป็นวงจรปฏิบัติการ ประกอบด้วย

1. ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยได้สำรวจและวิเคราะห์สภาพปัญหาในชั้นเรียนจากการสอนและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเพื่อนำมาวางแผนและออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ 3 แผน รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้ดังตาราง 1 และสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้และอนุทินของนักเรียน
2. ขั้นปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานจำนวน 1 แผนต่อ 1 วงจรปฏิบัติการ
3. ขั้นสังเกต (Observe) ผู้วิจัยสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยใช้เครื่องมือวิจัยในการเก็บข้อมูล คือ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ อนุทินของนักเรียน รวมไปถึงข้อมูลจากใบกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
4. ขั้นสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นสังเกตมาวิเคราะห์และสะท้อนผลเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป ดังภาพ 1



ภาพ 1 ขั้นตอนกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1. วิเคราะห์เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน แหล่งที่มาของข้อมูล ได้แก่ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้และอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน ทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) (Kijkuakul, 2014) โดยรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือทั้งหมดเมื่อจบในแต่ละวงจรปฏิบัติการของการจัดการเรียนรู้มาอ่านและตีความเพื่อจัดระเบียบข้อมูลและนำไปปรับปรุงแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ว่าควรมีแนวทางอย่างไร มีข้อปรับปรุงแก้ไขอย่างไรบ้างในแต่ละขั้นตอน จากนั้นจัดกลุ่มข้อมูลแล้วทำการสรุปเป็นความเรียงเพื่อรายงานผลแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ควรพัฒนาในแต่ละขั้นตอน โดยใช้เทคนิคการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยเทคนิคสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล (Resource Triangulation) (Noppakesorn, 2006, pp. 56-61) เพื่อเปรียบเทียบความสอดคล้องของแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่พัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ว่าให้ข้อมูลในประเด็นที่สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ ซึ่งถ้าหากผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวให้ข้อมูลหรือประเด็นที่มีทิศทางเดียวกัน นั้นแสดงให้เห็นถึง

ความน่าเชื่อถือของข้อมูล จากนั้นนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้ในการปรับปรุงแนวทางการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป

2. วิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้ในการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน แหล่งที่มาของข้อมูล ได้แก่ ใบกิจกรรมของนักเรียน นำข้อมูลที่นักเรียนได้เขียนตอบในใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์โดยให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดตามกรอบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ PISA 2015 แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย

ผลการวิจัย

แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การจัดการเรียนรู้มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นแบ่งกลุ่มทำงาน ขั้นตอนนี้นักเรียนได้แบ่งกลุ่มโดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนเลือกกลุ่มเองตามความสมัครใจ จากการสังเกต พบว่า การเลือกจับกลุ่มตามความสมัครใจช่วยให้นักเรียนสนใจในกิจกรรมนอกจากนั้นนักเรียนมีการแบ่งหน้าที่ให้กับสมาชิกภายในกลุ่มและให้ความช่วยเหลือกันเป็นอย่างดี ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการถัดไปแนวทางการดำเนินการจัดการเรียนรู้ควรให้นักเรียนเลือกแบ่งกลุ่มเองตามความสมัครใจ

ขั้นที่ 2 ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา ขั้นตอนนี้ครูควรใช้ปัญหาที่อยู่ในชีวิตประจำวันที่มีความน่าสนใจ นำเข้าสู่บทเรียนให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหา เช่น ปัญหาน้ำกระด้างในชุมชน เป็นต้น และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการทำการสำรวจตรวจสอบและแยกแยะปัญหาที่สามารถทำการตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบปัญหาจากตัวอย่างคำถามของนักเรียน เช่น “ครูคะ หนูต้องเขียนปัญหาอย่างไรคะถึงจะเป็นปัญหาที่เป็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์” (นักเรียน, แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้, 23 มกราคม 2561) ดังนั้น ในวงจรปฏิบัติการถัดไปได้ปรับกิจกรรมโดยครูอธิบายความหมายและความแตกต่างของปัญหาทั่วไปและปัญหาที่ต้องการทำการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์พร้อมยกตัวอย่างให้กับนักเรียนก่อนให้นักเรียนระบุประเด็นปัญหา นอกจากนั้นผู้วิจัยได้ปรับกิจกรรมโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ทั้งหมดก่อน แล้วนำประเด็นปัญหาทั้งหมดมาร่วมกันพิจารณาแยกแยะว่าปัญหานั้นเป็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ แล้วผู้วิจัยตรวจสอบความถูกต้องโดยให้นักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนเลือกประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบโดยการทดลองผลสะท้อนจากการปรับกิจกรรม พบว่า นักเรียนสามารถแยกแยะประเด็นปัญหาที่ต้องการตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับดังภาพ 2 และ 3 ตามลำดับ

ประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่กำหนด

ที่	ปัญหาที่ต้องการตรวจสอบ	ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	
		ใช่	ไม่ใช่
1.	แอลกอฮอล์ ทำปฏิกิริยากับน้ำมันได้ไหม	✓	
2.	ชนิดของน้ำมัน ทำมีผลต่อปริมาณไบโอดีเซล	✓	
3.	ตัวเร่งปฏิกิริยา มีผลต่อปริมาณไบโอดีเซล	✓	

ภาพ 2 ตัวอย่างการแยแยะประเด็นปัญหาที่ต้องการตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้นักเรียนระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ไขปัญหา

ชนิดแอลกอฮอล์ที่ต่างกัน มีผลต่อปริมาณไบโอดีเซลหรือไม่

ภาพ 3 ตัวอย่างการระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นระดมสมอง ขั้นตอนนี้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจความรู้และสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือแนวทางแก้ปัญหาจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ แล้วพิจารณาถึงความน่าเชื่อถือและเหมาะสมที่จะนำไปใช้หรือไม่ ปัญหาพบว่า ในวงจรปฏิบัติการแรกนักเรียนบางกลุ่มเลือกข้อมูลจากแหล่งที่มาที่ไม่มีความน่าเชื่อถือมาใช้เป็นข้อมูลอ้างอิง ไม่ได้ระบุแหล่งที่มาของข้อมูล และนักเรียนบางกลุ่มสืบค้นและพิจารณาข้อมูลไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด สะท้อนได้จากการสังเกตของผู้วิจัยซึ่งสอดคล้องกับบันทึกสะท้อนความคิดของนักเรียนที่กล่าวไว้ว่า “ต้องการใบความรู้เพื่อเป็นกรอบแนวทางในการสืบค้นข้อมูล” (นักเรียน, บันทึกสะท้อนความคิดของนักเรียน, 23 มกราคม 2561) ดังนั้น ในวงจรปฏิบัติการถัดไปผู้วิจัยได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการพิจารณาเลือกแหล่งที่มาของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมแก่นักเรียนและเพิ่มใบความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้นำไปใช้เป็นแนวทางในการสืบค้นข้อมูลต่อไป ผลสะท้อนจากการปรับกิจกรรม พบว่า นักเรียนพิจารณาเลือกแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้อย่างเหมาะสมและมีการประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ

ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า ในขั้นตอนนี้ให้นักเรียนได้วางแผนออกแบบการทดลอง โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องระบุสมมติฐานของการทดลองให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการแก้ปัญหา ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม เลือกอุปกรณ์และสารเคมี ออกแบบวิธีการทดลอง แต่พบปัญหาจากการสังเกตในวงจรปฏิบัติการแรก เช่น “ครูคะ หนูต้องระบุสมมติฐานยังไงคะ”, “ครูคะ ตัวแปรทั้งสามต่างกันอย่างไรคะ”, “ครูคะ หนูสามารถใช้ถาดหลุมแทนหลอดทดลองได้ไหมคะ” (นักเรียน, แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้, 23 มกราคม 2561) แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถระบุสมมติฐานได้ ไม่เข้าใจความหมายของตัวแปรต่างๆ ขาดทักษะในการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และสำหรับการออกแบบการทดลอง พบว่า นักเรียนยังขาดการทำการทดลองให้น่าเชื่อถือและแม่นยำ ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการถัดไป

ผู้วิจัยปรับกิจกรรมโดยอธิบายความหมายของการตั้งสมมติฐาน อธิบายความแตกต่างของตัวแปรต่างๆ พร้อมยกตัวอย่างประกอบ ให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมและทบทวนการออกแบบการทดลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนให้นักเรียนออกแบบการทดลอง จากนั้นให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการทดลองเพื่อให้นักเรียนได้ประเมินวิธีการทดลอง ผลสะท้อนจากการปรับกิจกรรม พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 นักเรียนสามารถเสนอสมมติฐานและวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ สามารถประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ ดังภาพ 4 และ ตามลำดับ

3. สมมติฐาน

ถ้าปริมาณสารเร่งปฏิกิริยา มีผลต่อปริมาณน้ำมันไบโอดีเซล ดังนั้น เมื่อ ปริมาณของสารเร่งปฏิกิริยา มีมากขึ้น จะทำให้ได้น้ำมันไบโอดีเซลมากขึ้น

ภาพ 4 ตัวอย่างการเสนอสมมติฐานของนักเรียน

จากวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้ออกแบบการทดลองเพื่อแก้ไขปัญหาน้ำมันทอดซ้ำที่ไม่ใช้แล้วนำมาผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซล ให้นักเรียนบรรยายเหตุผลหรือหลักการของวิธีการที่นักเรียนเลือกใช้ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ อย่างไร จึงให้เหตุผลประกอบเพื่อยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล

มีดกวนน้ำเชื้อ เพราะ น้ำมัน ค่ะรอกทำปฏิกิริยากับ แอลกอฮอล์ หรือ ผสม เปรียบ เท้าหัว โดย จะเกิดปฏิกิริยา พ่นสี เอลกอฮอล์ ฟุ้งขึ้น ประกอบด้วยปฏิกิริยา ผูกแบบ ผันกลับ ได้

3. จันทอนเลข นั่นคือ เริ่มจาก ไตรกลีเซอไรด์

สัดทำงได้ เป็น เอสเทอร์ กับ กลีเซอรอล

น้ำมันพืช + แอลกอฮอล์ $\xrightarrow{\text{สส}}$ กลีเซอรอล + ไบโอดีเซล

ภาพ 5 ตัวอย่างการประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปประเด็นปัญหา ในขั้นตอนนี้ก็นักเรียนนำเสนอผลการทดลองโดยนำผลการทดลองมาอภิปรายร่วมกับแนวคิด ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และสรุปแนวทางในการแก้ปัญหา จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการทดลองว่ามีความสอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหาหรือไม่ มีหลักฐานจากการทดลองอะไรสนับสนุนบ้างจากการสังเกตในวงจรปฏิบัติการแรก พบว่า นักเรียนยังขาดทักษะในการนำข้อมูลจากผลการทดลองมาวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปยังไม่สมเหตุสมผลและไม่ครอบคลุม ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการถัดไปครูปรับกิจกรรมโดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนนำทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายผลการทดลองโดยการฝึกเขียนอภิปรายผล และใช้ผลการทดลองยืนยันวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนเพื่อสรุปประเด็นในการแก้ปัญหา ผลสะท้อนจากการปรับกิจกรรม พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 นักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายได้อย่างสมเหตุสมผล สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปได้ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ

ในส่วนของผลการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากใบกิจกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ ดังรายละเอียดตาราง 2

ตาราง 2 แสดงคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากใบกิจกรรม

สมรรถนะ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนจากวงจรปฏิบัติการที่		
		1	2	3
1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	9.00	5.00	6.33	7.17
2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	21.00	14.17	14.17	16.33
3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	12.00	5.17	7.33	8.17

การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นแบ่งกลุ่มทำงาน นักเรียนเลือกจับกลุ่มตามความสมัครใจสามารถช่วยให้นักเรียนสนใจในกิจกรรมมากขึ้น อีกทั้งสมาชิกภายในกลุ่มยังได้มีการแบ่งหน้าที่และให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกันเป็นอย่างดี สอดคล้องกับ Oluwatelure (2010, pp. 1-10) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมเป็นกลุ่มให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน มีส่วนร่วมในการปฏิบัติสามารถส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ได้

ขั้นที่ 2 ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา การนำเสนอปัญหาที่อยู่ในชีวิตประจำวันที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน เช่น วงจรปฏิบัติการที่ 1 นำเสนอปัญหาตะกอนในหม้อต้มน้ำให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องสารกำหนดปริมาณ วงจรปฏิบัติการที่ 2 นำเสนอปัญหาน้ำกระด้างในชุมชนให้นักเรียนใช้ความรู้เรื่องการคำนวณเกี่ยวกับสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการมาประยุกต์ใช้ และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ใช้ความรู้เรื่องผลได้ร้อยละมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล พบว่า หลังจากที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาแล้ว นักเรียนมีความสนใจมีการพูดคุยและอภิปรายถึงสถานการณ์ปัญหา สอดคล้องกับ Katkam et al. (2017, p. 79) ที่กล่าวว่า สถานการณ์ในชีวิตประจำวันเป็นจุดเริ่มต้นของการแสวงหาความรู้ กระตุ้นให้เกิดการคิดแก้ไขปัญหา ทำให้นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์ประเด็นปัญหาว่าเป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ เช่น จากสถานการณ์ปัญหาน้ำกระด้างในชุมชน นักเรียนได้วิเคราะห์ว่าปัญหาน้ำกระด้างเป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ สามารถแก้ไขโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ จากการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาส่งเสริมให้นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และสามารถแยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ สอดคล้องกับ Jukkaew (2016, p. 56) ที่กล่าวว่า สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันช่วยให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ได้

ขั้นที่ 3 ขั้นระดมสมอง ขั้นตอนนี้นักเรียนได้สรุปประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่วิเคราะห์และสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหา เช่น นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีของการก่อกำเนิดน้ำกระด้างสารที่ก่อให้เกิดน้ำกระด้าง เป็นต้น นักเรียนได้พิจารณาถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น สอดคล้องกับ Nutchom (2013, p. 116) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ตั้งข้อสงสัยและวางแผนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจว่าต้องมีข้อมูลหรือหลักฐานใดจากการค้นคว้า ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแยกแยะและระบุข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้สืบค้นเกี่ยวกับปัญหาได้

ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า ในขั้นตอนนี้นักเรียนการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาแนวทางในการแก้ปัญหา เช่น นักเรียนฝึกตั้งสมมติฐาน ระบุตัวแปรต่างๆ และออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาแนวทางในการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบายและสามารถเสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้จากการออกแบบการทดลองของนักเรียน สอดคล้องกับ Apiwongngam (2011) ที่กล่าวว่า การปฏิบัติกิจกรรมผ่านการทดลองทำให้นักเรียนได้พัฒนาทั้งความรู้ กระบวนการคิด การแก้ปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ เช่น ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดตัวแปร และทักษะการทดลอง จากนั้นครูให้นักเรียนออกมานำเสนอวิธีการทดลองหน้าชั้นเรียน พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการทดลอง และให้นักเรียนประเมินว่าวิธีการทดลองที่ได้ออกแบบมีความถูกต้อง เหมาะสมหรือไม่ ซึ่งการนำเสนอวิธีการทดลองของนักเรียนช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาการประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ Jukkaew (2016, p. 59) ที่กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการประเมินวิธีการทดลองช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้ประเมินวิธีการตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปประเด็นปัญหา ขั้นตอนนี้นักเรียนออกมานำเสนอผลจากการทดลองและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลองเพื่อสรุปแนวทางในการแก้ปัญหา เช่น นักเรียนอภิปรายผลจากการทดลองเพื่อแก้ไขปัญหาน้ำกระด้างจากปฏิกิริยาเคมีในการทดลอง ทำให้นักเรียนได้ฝึกการวิเคราะห์ผลการทดลองและนำมาอภิปรายให้สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นนักเรียนใช้หลักฐานและประจักษ์พยานจากผลการทดลองของกลุ่มตนเองในการยืนยันและสรุปแนวทางการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sairahung (2015, p. 98) พบว่า การที่นักเรียนลงข้อสรุปจากประจักษ์พยานในเนื้อหา เสนอผลงานโดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนแสดงออกถึงการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้นำผลจากการทดลองมาใช้นยืนยันและสรุปแนวทางในการแก้ปัญหา

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยไปใช้จัดการเรียนการสอน

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ครูผู้สอนควรนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน เนื่องจากประเด็นปัญหาที่นำมาใช้จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนนักเรียนนำไปสู่การออกแบบการทดลอง ดังนั้น ปัญหาที่เลือกใช้ควรมีแนวทางแก้ไขที่หลากหลายสามารถทำการทดลองได้

1.2 การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ในชั้นระดมสมอง ควรออกแบบกิจกรรมเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เพิ่มขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

ในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีชั้นแบ่งกลุ่มทำงาน ที่ให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งขั้นตอนนี้นักเรียนมีการแบ่งหน้าที่การทำงานให้กับสมาชิกภายในกลุ่มอย่างชัดเจน ดังนั้น ในการศึกษาครั้งต่อไป อาจจะศึกษาและพัฒนาทักษะด้านอื่นๆ เช่น สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

References

- Alrahlah, A. (2016). How effective the problem-based learning (PBL) in dental education. A critical review. *The Saudi dental journal*, 28(4), 155–161. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2016.08.003>
- Apiwongngam, N. (2011). *A study on science learning achievement and scientific mind through context-based learning and inquiry process of matthayomsuksa 3 students* (Master thesis). Bangkok: Srinakharinwirot University). [in Thai]
- Barrows, H. S., & Kelson, A. (1993). *Problem-based learning in secondary education and the Problem-based Learning Institute* (Monograph). Springfield: Southern Illinois University School of Medicine.
- Bureau of Academic Affairs and Educational Standards. (2012). *Scientific literacy*. Bangkok: Office of the Basic Education Commission. [in Thai]
- Jukkaew, P. (2016). *An action research on developing grade XI students' scientific inquiry process evaluating and design competency using context-based learning in learning the topic of "rate of reaction"* (Master thesis). Phitsanulok: Naresuan University. [in Thai]
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The action research reader* (3rd ed.). Victoria: Deakin University Press.
- Klainin, S., Detsri, P., & Pramojanee, A. (2008). *Knowledge and scientific competency for tomorrow's world: PISA 2006*. Bangkok: Seven printing group Publisher. [in Thai]

- Katkarn, P., Srisanyong, S., & Singlop, S. (2017). The effects of problem-based learning for developing science learning achievement, problem solving abilities and scientific attitude of prathom suksa 6 students. *Journal of Education*, 19(1), 77 - 89. [in Thai]
- Kijkuakul, S. (2014). *Learning management direction for teacher in 21st century*. Phetchabun: Chuladit printing. [in Thai]
- Kruatong, T. (2009). Learning science in Context. *IPST Magazine*, 38(166), 56 – 59. [in Thai]
- Noppakesorn, T. (2006). *Qualitative research methodology 2*. (2nd ed.). Nakhon Ratchasima: Chok – Charean Marketing. [in Thai]
- Nutchom, N. (2013). *A development of learning activities using contextual learning integrated with socio-scientific issues approach to enhance competency in using scientific evidence on environmental management for mathayomsuksa 3 students* (Master thesis). Phitsanulok: Naresuan University. [in Thai]
- OECD. (2013). *PISA 2015 draft science framework*. Retrieved September 26, 2017, from <http://www.oecd.org/>
- Oluwatelure, T.A. (2010). Classroom learning environments as a correlate of scientific literacy. *Journal of College Teaching and Learning*, 7(6), 1-10.
- Sairahung, P. (2015). *The effects of the science project-based learning management to enhance scientific competencies in electric circuit for matthayomsuksa 3 students*. (Master thesis, Naresuan University). (in Thai)
- Tammaprathep, J. (2014). *Scientific literacy*. Nonthaburi: Sukhothai Thammathirat University Publisher. [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2012). *The science study in Thailand : The development and the recession*. Bangkok: Advance printing Publisher. [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). Focus issues from PISA. Retrieved July 26, 2018, from <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2017-17/>. [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2018). *Summary information of PISA 2015*. Bangkok: Aroonprinting Publisher. [in Thai]