วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ ศรีนครินทรวิโรฒ ปีที่ 25 ฉบับที่ 2 เดือน กรกฎาคม - ธันวาคม 2567
Srinakharinwirot Academic Journal of Education Vol. 25 No. 2 July - December 2024

การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน

THE DEVELOPMENT OF FIFTH GRADE STUDENTS' SCIENTIFIC CONCEPTS OF SUBSTANCE CHANGE THROUGH PROBLEM-BASED LEARNING AND MODEL-BASED LEARNING

Received: *June 24, 2024*	Revised: *August 14, 2024*	Accepted: *August 23, 2024*

ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ [1*] ธนพร บริบูรณ์ [2]
Siriwan Jatmaneerungjaroen [1*] Thanaphon Boribun[2]
[1] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
[2] นักศึกษา วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
[1,2] Department of General Science, Faculty of education, Phuket Rajabhat University
[1] Corresponding author, E-mail: Drsiriwankief@pkru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์ 1) เพื่อศึกษาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสารของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเข้าร่วมวิจัย และ 2) เพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน กลุ่มเป้าหมายการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 47 คน ที่เลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และอนุทินการเรียนรู้ การวิจัยครั้งนี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพร่วมกับข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและร้อยละ ร่วมกับการวิเคราพชะห์เชิงเนื้อหา ผลวิจัยแสดงการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเที่อเข้าร่วมการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร จัดได้ 3 กลุ่ม ที่มีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน โดยอยู่ในกลุ่มความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ร้อยละ 2.77 ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) ร้อยละ 10.53 และความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) ร้อยละ 86.17 โดยนักเรียนสามารถระบุความหมายอย่างสมบูรณ์และการให้เหตุผลถูกต้องครบถ้วน ครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิดมากขึ้น ระหว่างการดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับ

แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นต่อเนื่องสูงสุดในกิจกรรมที่ 6 เรื่อง การผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ของสาร มีคะแนนเฉลี่ย 4.67 อีกทั้งผลวิจัยแสดงถึงการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 สอดคล้องกับระดับความสามารถของนักเรียนที่เชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นโดยเลือกใช้ตัวแทนของแนวคิดเป็นแบบจำลองเพื่อให้การนำเสนอแนวคิดได้ชัดเจนขึ้น

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน , การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน , แนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ABSTRACT

This research aimed to: (1) study the scientific concepts regarding the change of substances among Grade 5 students before participating in the research, and (2) develop scientific concepts regarding the change of substances among Grade 5 students by using a Problem-Based Learning combined with Model-Based Learning approach. The research participants consisted of 47 Grade 5 students selected through purposive sampling. The tools used in this research included learning management plans, a scientific concept assessment, and learning journals. This research collected both qualitative and quantitative data, with statistical analysis conducted using mean, standard deviation, and percentage, along with content analysis. The research results showed that after participating in the learning process using the Problem-Based Learning combined with Model-Based Learning approach, students' scientific concepts regarding the change of substances could be classified into three groups with scores higher than before learning. Specifically, 2.77% of students were in the Partial Understanding with Specific Alternative Conception (PS) group, 10.53% were in the Partial Understanding (PU) group, and 86.17% were in the Complete Understanding (CU) group. Students were better able to fully define concepts and provide accurate reasoning, covering all key components of each concept. During the learning activities using this combined approach, students showed continuous improvement in their scientific concepts, with the most significant progress observed in the sixth activity, which focused on reversible and irreversible changes, achieving an average score of 4.67. Additionally, the research indicated a significant improvement in scientific concept development after learning compared to before learning, with significance at the .05 level.

This improvement aligns with the students' ability to connect scientific knowledge to real-world applications by using models as representations of concepts to clarify their presentations.

Keywords: problem – based learning , model – based learning , scientific concepts

บทนำ

โลกในปัจจุบันเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในด้านต่าง ๆ ทั้งเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตอย่างมาก โดยเฉพาะการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ ความเจริญก้าวหน้าของสังคม และความสามารถในการแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ สิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ประเทศมีความเจริญก้าวหน้า คือการพัฒนาคนให้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมทักษะการแก้ปัญหา เพื่อปรับตัวให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตลอดเวลา โดยเฉพาะการพัฒนาเยาวชนซึ่งเป็นกำลังสำคัญในการนำพาประเทศไปสู่ความเจริญก้าวหน้า การเตรียมเยาวชนให้เห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านประสบการณ์จริง ส่งเสริมและสร้างให้เยาวชนสามารถนำความรู้นี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และฉบับแก้ไขเพิ่มเติม (พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2553) หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 24 ได้กำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง การฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นการปรับปรุงเนื้อหาให้ทันสมัย ทันต่อการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการต่าง ๆ โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างถูกต้องเหมาะสม บนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ

อย่างไรก็ตามในกระบวนการเรียนการสอนบางครั้งพบว่านักเรียนยังไม่เกิดมโนมติที่ครูคาดหวังไว้มโนมติที่นักเรียนได้รับอาจแตกต่างจากที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ ซึ่งเรียกว่ามโนมติคลาดเคลื่อน การจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการแสดงความคิดเห็นและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จึงมีความสำคัญเพื่อให้นักเรียนสามารถปรับตัวและแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ วิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างมากต่อบุคคลและสังคมในการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล การตั้งคำถาม การวิเคราะห์ข้อมูล และการแก้ปัญหา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560)วิทยาศาสตร์ให้ความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โครงสร้างของสิ่งมีชีวิต กฎของฟิสิกส์ และเคมี รวมถึงการทำงานของจักรวาล การเรียนวิทยาศาสตร์ช่วยกระตุ้นความสนใจในการค้นคว้าและ

การเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ อย่างต่อเนื่อง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจที่มีเหตุผล โดยใช้ข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการประเมินสถานการณ์และทำการตัดสินใจ ดังนั้นการเรียนวิทยาศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาคนให้มีความรู้ ความเข้าใจ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตและการทำงานในโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว แต่ในหลายๆ มโนมติหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนยังเผชิญกับความยากในการทำความเข้าใจ โดยเฉพาะมโนมติที่เป็นนามธรรม การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องคลี่มโนมตินั้นออกมาให้เป็นสิ่งที่นักเรียนสามารถเห็น สัมผัส และเข้าใจได้ นักเรียนส่วนใหญ่ได้เรียนรู้ในระดับมหภาคและระดับสัญลักษณ์มากกว่าระดับจุลภาค ส่งผลให้เกิดความท้าทายและยากสำหรับนักเรียนในการจินตนาการเกี่ยวกับโครงสร้าง พฤติกรรมและกระบวนการที่เกิดขึ้นในระดับจุลภาค จนนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์มาสู่ระดับมหภาค (Akaygun, 2016)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดสภาพการณ์ของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง (เนตรนพิธ คำอ่อนสา, 2563 และ สิทธิศักดิ์ พสุมาตร์, 2558) โดยผู้สอนนำนักเรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือจัดสภาพให้นักเรียนเผชิญปัญหา และฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันจะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจนได้ เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหานั้น (ทิศนา แขมมณี, 2552) ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำเสนอสิ่งที่คิดผ่านการสร้างสรรค์ (โพธิศักดิ์ โพธิเสน, 2558) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

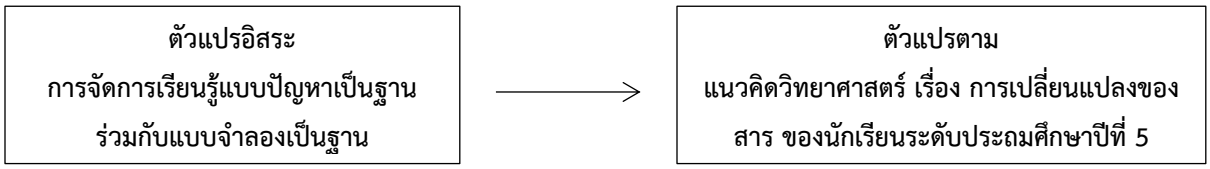
วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเข้าร่วมวิจัย

2. เพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน

กรอบแนวคิดวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PBL และ ML เป็นการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการให้นักเรียนได้วิเคราะห์สถานการณ์ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์สู่การออกแบบการสืบเสาะหาข้อมูล และสรุปความรู้เพื่อสร้างคำอธิบายโดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ร่วมกับการใช้แบบจำลอง การวิจัยครั้งนี้มีกรอบแนวคิดวิจัยดังนี้



วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการใช้กระบวนทัศน์ปฏิบัตินิยม (Pragmatism) ให้ความสำคัญแก่ความรู้และความเป็นจริงที่ช่วยให้บรรลุจุดมุ่งหมายของชีวิตและช่วยพัฒนาชีวิตให้ดีขึ้นเป็นประสบการณ์ที่เป็นจริง และเป็นแนวปฏิบัติที่ดี เกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยเก็บข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณเป็นหลัก และในระหว่างการวิจัยผู้วิจัยได้ สอดแทรกการเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเป็นตัวรอง นำผลที่ได้ไปตีความสรุปผล เกี่ยวกับการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 โรงเรียนรัฐบาลแห่งหนึ่ง ปีการศึกษา 2566 ประกอบด้วย 1 ห้องเรียน จำนวน 47 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีเกณฑ์การเลือก ดังนี้ 1) เป็นนักเรียนที่ผู้วิจัยมีบทบาทหน้าที่เป็นผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และมีความตั้งใจในการเข้าร่วมโครงการฯ ได้ต่อเนื่อง 2) เป็นนักเรียนที่ได้รับการยินยอมจากผู้ปกครอง และ 3) นักเรียนลงเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 2/2566

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ชุด ดังนี้

1) เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 แผน เวลา 12 ชั่วโมง ระยะเวลา ผู้วิจัยแสดงรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับกิจกรรม และเวลา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เนื้อหา	จำนวนชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส	2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	การหลอมเหลว ระเหย และระเหิด	2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	การแข็งตัว ควบแน่น และระเหิดกลับ	2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	การละลายของสารในน้ำ	2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสาร	2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	การผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ของสาร	2
รวม		12

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบและอัตนัยอธิบายเหตุผลประกอบในการเลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ

การพัฒนาเครื่องมือวิจัย

1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน

ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร มีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2551 ปรับปรุง2560 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560)

1.2 ศึกษาเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ เพื่อกำหนดหน่วยการเรียนรู้เนื้อหา แผนการเรียนรู้และเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.3 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและหลักการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานและแบบจำลองเป็นฐานเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มเป้าหมาย

1.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานตามตัวชี้วัดโดยให้สัมพันธ์กับเนื้อหาและสาระรายปี จำนวน 6 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้องเหมาะสมของการใช้ภาษา เนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสม วิเคราะห์ หาค่าความสอดคล้องเสนอต่อ

อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบและนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาปรับปรุงตามขอเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องขั้นต้นจากการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของอาจารย์ที่ปรึกษา และตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ความเหมาะสมของจุดมุ่งหมาย ตลอดจนการใช้ภาษา

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ จากการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน คือ แผนการจัดการเรียนรู้ควรมีการปรับภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมและเข้าใจง่าย วางแผนการดำเนินกิจกรรมให้สอดคล้องกับเวลา ผู้วิจัยได้ปรับตามข้อเสนอแนะ ได้ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ตั้งแต่ 4.90 -4.95 จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2) แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร มีรายละเอียดดังนี้

1.1 วิเคราะห์เนื้อหาสำคัญที่ออกข้อสอบในหัวข้อ ของแข็ง ของเหลว แก๊ส การหลอมเหลว การระเหย การระเหิด การแข็งตัว การควบแน่น การระเหิดกลับ การละลายของสารในน้ำ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสาร การผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ของสาร

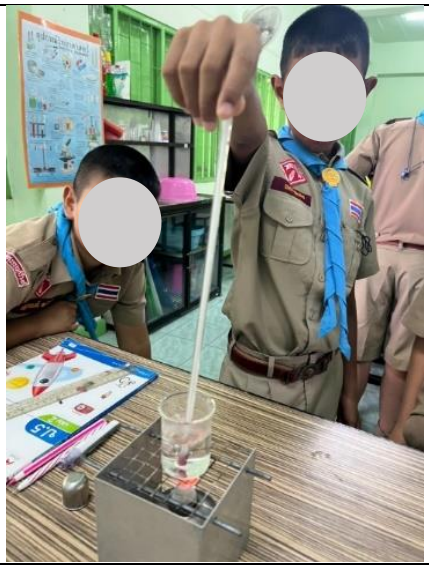
1.2 สร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบและอัตนัยอธิบายเหตุผลประกอบในการเลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ โดยแต่ละข้อ ครอบคลุมเนื้อหาในหัวข้อ ของแข็ง ของเหลว แก๊ส การหลอมเหลว การระเหย การระเหิด การแข็งตัว การควบแน่น การระเหิดกลับ การละลายของสารในน้ำ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสาร การผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ของสาร ซึ่งเป็นสถานการณ์จากสิ่งที่พบในชีวิตประจำวันและผลการทดลองจากการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน

1.3 นำแบบทดสอบการวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อลงความเห็นและตรวจสอบความสอดคล้องกับหลักการ ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การวิจัย และความเหมาะสมโดยวิธีหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Congruence) มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์สอดคล้องกัน

การดำเนินการเก็บข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยทางการศึกษา ซึ่งมีวิธีการดำเนินการดังนี้

1) ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ทั้งหมด 2 สัปดาห์ แล้วเก็บรวบรวมผลการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบต่อไป

2) ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาและพัฒนา โดยผู้วิจัยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน ใช้เวลาทดลอง 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง โดยเก็บข้อมูลเกี่ยวกับผลงานแบบจำลองที่เป็นแผนภาพของนักเรียนแต่ละคน และใบกิจกรรมหลังการสอน พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยการสังเกต บันทึกลงในแบบบันทึกหลังการสอน บันทึกภาพถ่ายตลอดจนบันทึกเป็นวิดีทัศน์ระหว่างกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำมาพัฒนาปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการสอนต่อไป

<table>
<tr>
<td> </td>
<td>  </td>
</tr>
<tr>
<td>ภาพที่ 1 การจัดการเรียนการสอนเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส</td>
<td>ภาพที่ 2 นักเรียนภายในกลุ่มช่วยกันศึกษาสังเกตและบันทึกผล</td>
</tr>
</table>

3) เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแผนการดำเนินงาน ผู้วิจัยทำการวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ (Posttest) กับนักเรียนอีกครั้ง ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ทั้งหมด 2 สัปดาห์ จากนั้นทำการตรวจคะแนนและเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติต่อไป

4) ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการสังเกต และการเขียนบันทึกการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนภาพถ่ายและวิดีทัศน์ เกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ มาประมวลผลและเรียบเรียงนำเสนอในรูปความเรียง

จากข้อมูลวิจัยที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลใช้การวิเคราะห์เชิงสถิติ โดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย สำหรับข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาในการจัดหมวดหมู่คำตอบของแนวคิดวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางแสดงร้อยละคะแนนการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ ก่อนใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน

ช่วงคะแนน	**จำนวน**	**ร้อยละ**
ต่ำกว่า 20	4	8.51
21-30	21	44.60
31-40	20	42.55
41-50	2	4.26
51-60	-	-
61-70	-	-
71-80	-	-

จากการพิจารณาตารางที่ 2 พบว่า มีนักเรียนที่มีช่วงคะแนนต่ำกว่า 20 คิดเป็นร้อยละ 8.51 มีนักเรียนที่มีช่วงคะแนน 21-30 คิดเป็นร้อยละ 44.60 มีนักเรียนที่มีช่วงคะแนน 31-40 คิดเป็นร้อยละ 42.55 และมีนักเรียนที่มีช่วงคะแนน 41-50 คิดเป็นร้อยละ 4.26

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

3.1 ผลการวิเคราะห์การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน ก่อนและหลังใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน

การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์	n	**คะแนนเต็ม**	$\bar{x}$	S.D.	t	P
ก่อนเรียน	47	80	29.64	6.65	37.66*	.000
หลังเรียน			70.06	3.28		

*p< .05

4. ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร จำแนกตามเนื้อหา ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร จำแนกตามเนื้อหา

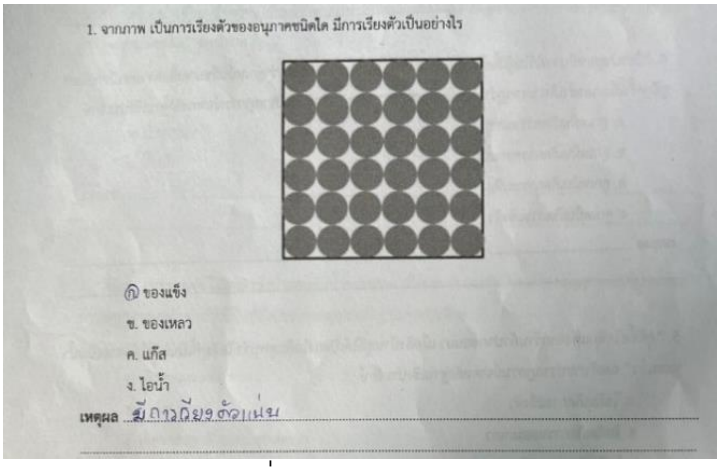
เรื่อง	**ข้อ**	**แนวคิดของนักเรียน**									
		ก่อนเรียน (N=47)					**หลังเรียน** (N=47)				
		CU	PU	PS	AC	NU	CU	PU	PS	AC	NU
ของแข็ง ของเหลว แก๊ส	1	0.00	0.00	4.26	21.28	74.47	82.98	10.64	6.38	0.00	0.00
อุณหภูมิกับการเปลี่ยนแปลง	2	0.00	0.00	6.38	25.53	68.09	85.11	8.51	4.26	2.13	0.00
	3	0.00	0.00	4.26	19.15	76.60	82.98	4.26	6.38	6.38	0.00
	4	0.00	0.00	2.13	17.02	80.85	91.49	6.38	2.13	0.00	0.00
	5	0.00	0.00	4.26	12.77	82.98	85.11	8.51	6.38	0.00	0.00
	6	0.00	0.00	0.00	23.40	76.60	95.74	2.13	2.13	0.00	0.00
น้ำกับการละลาย	7	0.00	0.00	8.51	21.28	70.21	85.11	12.77	2.13	0.00	0.00
	8	0.00	0.00	2.13	19.15	78.72	80.85	17.02	2.13	0.00	0.00
	9	0.00	0.00	4.26	14.89	80.85	76.60	19.15	4.26	0.00	0.00
	10	0.00	0.00	6.38	17.02	76.60	80.85	19.15	0.00	0.00	0.00

เรื่อง	ข้อ	แนวคิดของนักเรียน									
		ก่อนเรียน (N=47)					หลังเรียน (N=47)				
		CU	PU	PS	AC	NU	CU	PU	PS	AC	NU
การเปลี่ยนแปลงทางเคมี	11	0.00	0.00	8.51	19.15	72.34	82.98	14.89	2.13	0.00	0.00
	12	0.00	0.00	2.13	21.28	76.60	95.74	4.26	0.00	0.00	0.00
	13	0.00	0.00	2.13	23.40	74.47	89.36	10.64	0.00	0.00	0.00
	14	0.00	0.00	4.26	25.53	70.21	95.74	4.26	0.00	0.00	0.00
	15	0.00	0.00	6.38	23.40	70.21	82.98	14.89	2.13	0.00	0.00
ปฏิกิริยาเคมีกับการผันกลับ	16	0.00	0.00	4.26	21.28	74.47	80.85	17.02	0.00	2.13	0.00
	17	0.00	0.00	6.38	19.15	74.47	85.11	4.26	10.64	0.00	0.00
	18	0.00	0.00	6.38	14.89	78.72	85.11	12.77	2.13	0.00	0.00
	19	0.00	0.00	2.13	10.64	87.23	87.23	10.64	2.13	0.00	0.00
	20	0.00	0.00	2.13	17.02	80.85	91.49	8.51	0.00	0.00	0.00
เฉลี่ย		**0.00**	**0.00**	**4.36**	**19.36**	**76.28**	**86.17**	**10.53**	**2.77**	**0.53**	**0.00**

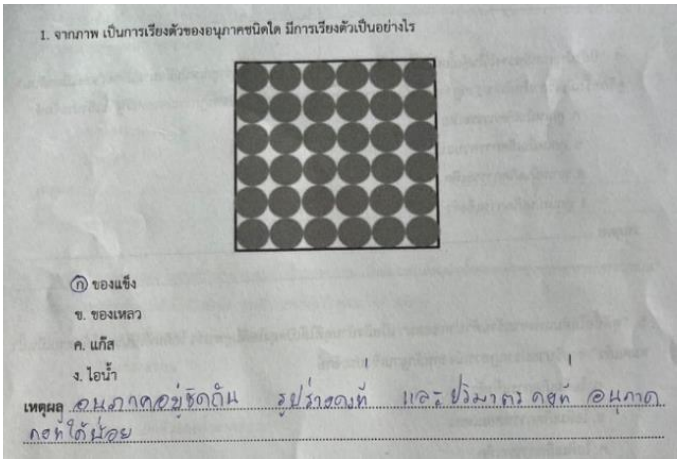
จากตารางที่ 4 จากร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ ก่อนจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส อุณหภูมิกับการเปลี่ยนแปลง น้ำกับการละลาย การเปลี่ยนแปลงทางเคมี และปฏิกิริยาเคมีกับการผันกลับ พบว่า นักเรียนอยู่ในกลุ่มความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน (Altemative Conception: AC) และความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) ร้อยละ 76.28 และ 19.36 ตามลำดับ อยู่ในกลุ่มความเข้าใจมโนมติ ในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ร้อยละ 4.36 ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) ร้อยละ 0.00 และความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) ร้อยละ 0.00 แต่หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส อุณหภูมิกับการเปลี่ยนแปลง น้ำกับการละลาย การเปลี่ยนแปลงทางเคมี และปฏิกิริยาเคมีกับการผันกลับ พบว่า นักเรียนอยู่ในกลุ่มความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน (Altemative Conception: AC) และความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) ร้อยละ 0.00 และ 0.53 ตามลำดับ อยู่ในกลุ่มความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ร้อยละ 2.77 ความเข้าใจมโนมติในระดับที่

ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) ร้อยละ 10.53 และความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) ร้อยละ 86.17

จากตารางที่ 4 ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร พบว่านักเรียนพัฒนาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบจำลองวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยนักเรียนนำเสนอแบบจำลองที่สอดคล้องกับข้อสรุปของตนเองและมีการวิเคราะห์เชื่อมโยงระหว่างปรากฏการณ์/เหตุการณ์/ สถานการณ์ที่ศึกษากับองค์ประกอบของแบบจำลองได้ ดังภาพที่ 3 และ 4 ตามลำดับ



ภาพที่ 3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ก่อนที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส



ภาพที่ 4 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

จากภาพที่ 3 การประเมินผลจากกิจกรรมก่อนเรียน นักเรียนสามารถตอบคำถามได้แต่ยังอธิบายแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง และเมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องมากขึ้นจากการประเมินกิจกรรมหลังเรียน ภาพที่ 4

สรุปผลวิจัย

ผลวิจัยได้แสดงให้เห็นถึงการจัดกระบวนการสอนที่นักเรียนได้รับสถานการณ์ หรือโจทย์ที่ต้องมีการวิเคราะห์และนำไปสู่การการสืบเสาะหาความรู้และลงข้อสรุปที่ต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนการลงข้อสรุป และการใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อธิบายแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อน หรือมีความเป็นนามธรรม จากการศึกษาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเข้าร่วมวิจัย พบว่าแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องการเปลี่ยนของสารของนักเรียนก่อนเข้าร่วมโครงการฯ ไม่มีแนวคิดในเรื่องนี้และมีแนวคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุด แต่เมื่อนักเรียนกลุ่มวิจัยได้รับประสบการณ์การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐานนั้น พบว่านักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และแนวคิดคลาดเคลื่อนลดลง กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน (PBL-ML) ที่ได้จากการวิจัยมีขั้นตอนโดยสรุป 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหา (Problem Presentation) ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ที่ท้าทาย ซึ่งเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่นักเรียนต้องเรียนรู้ ประเด็นหรือปัญหาที่นำเสนอควรมีลักษณะที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา โดยการใช้ความรู้ที่ที่บูรณาการศาสตร์ ขั้นที่ 2 การระบุแนวคิดวิทยาศาสตร์/แนวคิดที่เกี่ยวข้องและการสร้างแบบจำลอง (Initial Concept Formation and Model Creation) ในขั้นนี้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์และระบุแนวคิดวิทยาศาสตร์/ แนวคิดที่เกี่ยวข้องมาตัดสินใจเลือกใช้และสร้างแบบจำลองเพื่อช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา แบบจำลองที่สร้างขึ้นอาจเป็นแบบจำลองทางกายภาพ การวาดภาพ หรือแบบจำลองทางความคิดที่ใช้ในการอธิบาย ขั้นที่ 3 การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning) นักเรียนทำการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหาและแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้น โดยใช้แหล่งข้อมูลที่หลากหลายและน่าเชื่อถือในขั้นตอนนี้นักเรียนพัฒนาความรู้และปรับปรุงแบบจำลองตามข้อมูลใหม่ที่ได้รับ ขั้นที่ 4 การอภิปรายและการปรับปรุงแบบจำลอง (Discussion and Model Revision) นักเรียนกลับมาร่วมกันอภิปรายและแบ่งปันสิ่งที่เรียนรู้จากการค้นคว้าข้อมูลและปรับปรุงแบบจำลองตามข้อเสนอแนะและข้อมูลใหม่ที่ได้จากเพื่อนร่วมชั้นและครู ขั้นที่ 5 การทดสอบและการประยุกต์ใช้แบบจำลอง (Testing and Applying Models) นักเรียนนำแบบจำลองที่ปรับปรุงแล้วไปทดสอบกับสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อดูว่าแบบจำลองสามารถ

อธิบายและแก้ไขปัญหาได้ดีเพียงใด การทดสอบอาจทำในรูปแบบของการทดลอง การจำลอง หรือการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ ขั้นที่ 6 การสรุปผลการเรียนรู้และการประเมินผล (Conclusion and Evaluation) นักเรียนสรุปผลการเรียนรู้และนำเสนอแบบจำลองสุดท้ายพร้อมกับนำเสนอแระบวนการสร้างแบบจำลอง การสะท้อนคิดจากการปฏิบัติ ในขั้นตอนนี้ครูผู้สอนจะมีการวางแผนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยพิจารณาจากความถูกต้องของแบบจำลอง กระบวนการคิดวิเคราะห์ การประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา และความถูกต้องการใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์มาอธิบาย โดยสรุปนอกจาการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์แล้ว จากกระบวนการจัดการเรียนการสอนเช่นนี้ พบว่ากระบวนการ PBL-ML มีขั้นตอนการให้นักเรียนเป็นผู้กำหนดคำถามที่ตนเองสนใจ วางแผนการทำงานที่เน้นกระบวนการทำงานเป็นทีม นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการเชื่อมโยงแนวคิดที่เป็นนามธรรมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ผ่านการทำงานร่วมกันและการใช้แบบจำลองในการเรียนรู้

อภิปรายผลวิจัย

การใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน (PBL-ML) ในการพัฒนาความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องของแข็ง ของเหลว และแก๊ส การเปลี่ยนสถานะของสารเมื่อเพิ่มและลดอุณหภูมิ การละลายของสารในน้ำ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารนั้นสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้โดยกระตุ้นให้นักเรียนเป็นผู้กำหนดคำถาม (ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558) โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ PBL และ ML เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รวบรวมข้อมูลเพื่อการระบุประเด็นหรือการตั้งคำถามที่สนใจ นักเรียนสามารถใช้ทักษะการแก้ปัญหาและการสร้างแบบจำลองในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้ PBL-ML ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจและจำลองกระบวนการละลายได้ชัดเจนยิ่งขึ้นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (Corrigan et al., 2022; Gobert et al., 2011) สำหรับงานวิจัยนี้ได้พบว่าการใช้ PBL-ML สามารถส่งเสริมการนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริงโดยผ่านการสร้างแบบจำลองที่เสมือนจริง ซึ่งทำให้รูปแบบการเรียนรู้นี้เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันที่ต้องการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน มีการพัฒนาจากแนวคิดที่คลาดเคลื่อนสู่แนวคิดที่สอดคล้องกับแนวทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้ PBL-ML เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจและนำไปใช้ในสถานการณ์จริงได้ดียิ่งขึ้น ลดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและเพิ่มความเข้าใจที่ถูกต้อง เกิดทักษะการทำงานเป็นทีม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Corrigan et al., (2022) ที่เปรียบเทียบการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน (PBL-ML) กับรูปแบบการสอนอื่นๆ ที่แสดง

ให้เห็นว่าการใช้ PBL-ML สามารถพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนในวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในวิชาที่ต้องการความเข้าใจที่ลึกซึ้งและการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง (Corrigan et al., 2022) ผลการวิจัยได้สนับสนุนการศึกษาของ Gobert et al., (2011) ได้เพิ่มเติมเรื่องการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน (ML) โดยนักเรียนสร้างและใช้แบบจำลองเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่า ML สามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจและจำลองกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น รวมทั้งการส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการทำงานเป็นทีมเพื่อทำให้บรรลุตามเป้าหมายผลวิจัยนี้สนับสนุนโดยงานวิจัยของ Coll & Eames (2006)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ครูมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่มีความยากในการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน องค์ประกอบสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้และกระบวนการจัดการเรียนรู้ ควรมีดังนี้

1) การเตรียมการอย่างละเอียดครูควรศึกษาถึงแนวคิดวิทยาศาสตร์และตัวเลือกของแบบจำลองที่สามารถนำมาใช้ได้เพื่อที่ครูสามารถทำหน้าที่เป็นผู้แนะนำให้กับนักเรียนในฐานะโค้ช

2) การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน การสอนควรเชื่อมโยงเนื้อหากับสถานการณ์จริงที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ โดยกิจกรรมการเรียนรู้การสร้างปฏิสัมพันธ์ ครูใช้คำถามที่ไล่เรียงเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างและปรับปรุงแบบจำลอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) การสอนด้วยรูปแบบนี้จำเป็นต้องมีการประเมินผลการเรียนรู้ระหว่างเรียนอย่างต่อเนื่อง ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเป็นระยะๆ และปรับปรุงการสอนของตนเองโดยเฉพาะแนวทางการใช้คำถามในแต่ละขั้นการสอน

ข้อเสนอแนะในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เน้นการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่นำขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาออกแบบร่วมกับการใช้แบบจำลอง นักเรียนได้ถูกบ่มเพาะในเรื่องสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง แต่การวิจัยครั้งนี้ยังไม่ได้ออกแบบการวัดและประเมินผลที่เน้นการรวบรวมข้อมูลในส่วนนี้ ถือว่าเป็นประเด็นที่น่าสนใจและท้าทายครูวิทยาศาสตร์ที่มีการกำหนดผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักเรียนที่เพิ่มเติมจากแนวคิดวิทยาศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

ณัฐมน สุชัยรัตน์. (2558). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต).จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

เนตรนพิธ คำอ่อนสา. (2563). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนชีววิทยาและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐาน. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ*, *14*(1), 34-44.

โพธิศักดิ์ โพธิเสน. (2558). *การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

วิชนีย์ ทศศะ. (2547). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเขียนสะกดคำยากภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการใช้เกมกับการใช้แบบฝึก.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

สิทธิศักดิ์ พสุมาตร์. (2558). *การใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะโคเวเลนต์.* (วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

Akaygun, S. (2016). Is the oxygen atom static or dynamic? The effect of generating animations on students' mental models of atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(May), 788-807.

Clement, J. (2007). Visual influence on in-store buying decisions: An eye-track experiment on the visual influence of packaging. *Business Systems Research: International Journal of the Society for Advancing Innovation and Research in Economy*, *11*(3), 1–13.

Coll, R. K., & Eames, C. (2006). Sociocultural views of learning: A useful way of looking at learning in cooperative education. *Journal of Cooperative Education and Internships, 40*, 1-12.

Corrigan, D., Mansfield, J., Ellerton, P., & Smith, T. (2022). Principles of Problem-Based Learning (PBL) in STEM Education: Using Expert Wisdom and Research to Frame Educational Practice. *Education Sciences*, *12(*10), 728.

Gobert, J. D., O'Dwyer, L., Horwitz, P., Buckley, B. C., Levy, S. T., & Wilensky, U. (2011). Examining the relationship between students' understanding of the nature of models and conceptual learning in biology, physics, and chemistry. *International Journal of Science Educatio*n, *33*(5), 653-684.