



การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

โรงเรียนบ้านทุ่งโจน จังหวัดนครศรีธรรมราช

The Development of Science Competency through Problem-based Learning

in the Topic of Changes in Matters of Grade 5 Students at Ban Thung Chon School

in Nakhon Si Thammarat Province

*ภูมิchan ตรงสกุล¹ จุฬารัตน์ ธรรมประทีป² และ ทรงพล ผดุงพัฒนากุล³

*Phoomchan Trongsakul¹ Jurarat Thammaprateep² and Songpon Phadungphatthanakoon³

¹นักศึกษานิเทศศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

¹Master's Student, School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University

²รองศาสตราจารย์ ดร. ประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

²Assoc. Prof. Dr., School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University

³ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

³Asst. Prof. Dr., School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University

*Corresponding author. e-mail: phoomchanong09@gmail.com

Received : January 11, 2026

Revised : April 8, 2026

Accepted : June 23, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านทุ่งโจนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร และ 2) ศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร ที่พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านทุ่งโจน การวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการ กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 20 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร 2) แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบสังเกตการสอน 4) อนุทินครู และ 5) อนุทินนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์แก่นสาร ความถี่ และร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า 1) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรอย่างต่อเนื่อง วงจรที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับพอใช้ วงจรที่ 2 และวงจรที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี เมื่อเปรียบเทียบก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 65) มีสมรรถนะอยู่ระดับดี และก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 70) มีสมรรถนะอยู่ระดับพอใช้ ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาในแต่ละวงจร และ 2) แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้ (1) การใช้คำถามสอดคล้องแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสังเกต



ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และการระบุมมมติฐาน (2) การใช้คำถามชี้แนะให้เกิดความสงสัย และการตรวจสอบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์ และ (3) การกำหนดกรอบการให้เหตุผลในการสร้างคำอธิบายวิทยาศาสตร์ผ่านการโต้แย้งและตัดสินใจแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน, สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์, แนวปฏิบัติที่ดีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

Abstract

This research aimed to 1) develop the science competency of Grade 5 students at Ban Thung Chon School through Problem-based Learning on the topic of Changes in Matters, and 2) investigate best practices in implementing Problem-based Learning in the topic of Changes in Matters that enhance the science competency of Grade 5 students at Ban Thung Chon School. This research was an action research study. The participants were 20 Grade 5 students in the second semester of the 2024 academic year, selected by purposive sampling. Research instruments included 1) Problem-based Learning lesson plans on the topic of Changes in Matters, 2) a science competency assessment form, 3) a teaching observation form, 4) teacher journals, and 5) student journals. Data were analyzed using thematic analysis, frequency and percentage. The findings revealed that 1) students' science competency showed continuous improvement across the action research cycles. In Cycle 1, most students were at a fair level, while in Cycles 2 and 3, the majority reached a good level. When comparing before and after the implementation of problem-based learning, it was found that after learning, most students (65%) achieved a good level of science competency and before learning, most students (70%) were at a fair level. This aligns with the progressive development observed in each cycle, and 2) The best practices of Problem-based Learning that enhanced science competencies included: (1) using questions aligned with scientific concepts combined with observing scientific phenomena and formulating hypotheses; (2) using guiding questions to stimulate curiosity and verifying scientific problem-solving through empirical evidence; and (3) establishing a reasoning framework for constructing scientific explanations through argumentation and decision-making in scientific problem-solving.

Keywords: Problem-based learning, Science competency, Best practices of problem-based learning



ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่ช่วยให้บุคคลมีส่วนร่วมในการอภิปรายประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ความยั่งยืน และเทคโนโลยีได้อย่างมีเหตุผลจนสามารถนำไปสู่การลงมือกระทำ (OECD, 2023) จึงนับว่าเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนจำเป็นต้องมีในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพในศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จะสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการ และจิตวิทยาศาสตร์มาใช้สื่อสาร อธิบาย หรือโต้แย้งเพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผล (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2566) การบรรลุสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวจำเป็นต้องพัฒนาสมรรถนะย่อยทั้งสามด้าน ได้แก่ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดขึ้นได้ด้วยการผ่านกระบวนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติจริงในชั้นเรียน โดยผู้เรียนต้องมีโอกาสในการตั้งคำถาม ออกแบบการทดลอง ตรวจสอบหลักฐาน สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง สอดคล้องกับกรอบการประเมิน PISA 2025 (OECD, 2023) ที่มุ่งพัฒนาเยาวชนให้เป็นผู้ฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลและรับผิดชอบต่อสังคม

จากประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยซึ่งเป็นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านทุ่งไชน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 พบว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยรวมยังอยู่ในระดับที่ต้องพัฒนา โดยพิจารณาจากผลการสังเกตในชั้นเรียน บันทึกหลังสอน และชิ้นงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 คน พบว่า นักเรียนจำนวนมากยังไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผล และยังไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้เพื่ออธิบายสถานการณ์ใหม่ได้ชัดเจน การสอนในชั้นเรียนมักเป็นลักษณะที่ครูสรุปแนวคิดให้มากกว่าเปิดโอกาสให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ด้วยตนเอง

ในสมรรถนะการออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนยังไม่สามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์และสร้างสมมติฐาน จึงมีข้อจำกัดในการสรุปผลจากการสังเกตขณะตั้งคำถามเชิงสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Sarah & Astriani, 2024) เนื่องจากไม่ได้รับการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องและบางส่วนพึ่งพาคำถามจากครูหรือเพื่อน นักเรียนจึงตั้งคำถามไม่เพียงพอที่จะส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ไม่สามารถวางแผนการทดลองเพื่อค้นหาคำตอบตามความสงสัยของตนเองได้ ส่วนสมรรถนะการศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แม้นักเรียนส่วนใหญ่จะสามารถบันทึกผลการทดลองได้ แต่ยังไม่สามารถตีความข้อมูล การนำเสนอข้อกล่าวอ้างจากความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง หลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างข้อสรุปหรือโต้แย้งได้ไม่เหมาะสม อยู่ในระดับต่ำ (Hendratmoko et al., 2024) สาเหตุสำคัญมาจากการจัดกิจกรรมที่เน้นการบันทึกข้อมูลมากกว่าการอภิปราย วิเคราะห์ และเชื่อมโยงหลักฐาน จึงทำให้นักเรียนไม่คุ้นเคยกับการใช้หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างเป็นระบบจากหลักฐานและการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อโต้แย้ง โดยใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา Nainggolan et al. (2021) ทำการวิจัยและพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวส่งผลต่อการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จึงมีความจำเป็นต้องมีแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่สามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน



ในงานวิจัยของกนิษฐกานต์ เบญจพลภรณ์ (2561) ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในรายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีส่วนช่วยพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติได้อย่างต่อเนื่องทุกด้าน และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเรียน ส่วนงานวิจัยของ อาภา ผดุงเวียง และน้ำเพชร นาสารีย์ (2568) หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ร่วมกับปัญหาเป็นฐาน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนขององค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในด้านการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก และงานวิจัยของ Laksmi et al. (2021) นักเรียนมีการพัฒนาในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ค่อยเป็นค่อยไป 3 วงจร มีองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลเพิ่มขึ้น และงานวิจัยของ Khairrunisa et al. (2025) ระบุว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่บูรณาการประเด็นทางสังคมและวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ สามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับปานกลาง สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง จากสภาพปัญหาข้างต้น จึงเป็นความท้าทายของครูผู้สอนที่ต้องการส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งมุ่งพัฒนาให้นักเรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ สร้างสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และตรวจสอบคำตอบผ่านการสำรวจปัญหาที่ซับซ้อนในโลกแห่งความเป็นจริง นักเรียนได้ใช้การคิดไตร่ตรองจากประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเองในการแก้ปัญหา และประเมินหลักฐานที่ค้นพบด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้นี้ดังกล่าวได้รับการยืนยันว่ามีความเหมาะสมสำหรับชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา (Surya et al., 2025) ซึ่งมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และสร้างองค์ความรู้ใหม่โดยใช้พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน (Uluçinar, 2023) จากการอธิบายปรากฏการณ์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับผ่านการลงมือปฏิบัติจริง ส่งเสริมให้เกิดปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน (Nainggolan et al., 2021) นำไปสู่การแก้ปัญหาจริงที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน (Baqy et al., 2025) เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้การแก้ปัญหาจากสถานการณ์แล้วจำเป็นต้องสร้างทางเลือกที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ใช้เหตุผล ตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหรือหลักฐานรองรับการแก้ปัญหา (Nurhairani & Prawijaya, 2019) ร่วมกับความรู้ที่ค้นพบผ่านการโต้แย้งกันเพื่อสร้างคำอธิบายที่น่ามาใช้ในการตรวจสอบข้อเท็จจริงในการตัดสินใจแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (OECD, 2023) นอกจากนี้ลักษณะของปัญหาที่มีความซับซ้อนสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ไม่มีโครงสร้างที่ชัดเจน (Uluçinar, 2023) เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในบริบทโลกส่วนตัวที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการตรวจสอบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Nurhairani & Prawijaya, 2019) ซึ่งสอดคล้องกับกรอบการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ PISA 2025

จากการทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในเนื้อหาชีววิทยามากที่สุด เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนสามารถสังเกตได้จริง เก็บรวบรวมข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมใกล้ตัว และอภิปรายหลักฐานจากประสบการณ์ที่ได้จากการสำรวจ ทำให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจนในงานวิจัยจำนวนมาก (Khairrunisa et al., 2025 ; Nainggolan et al., 2021) อย่างไรก็ตาม



เนื้อหาเคมีเป็นหัวข้อที่มีงานวิจัยด้านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีจำนวนน้อยที่สุด เนื่องจากลักษณะของเนื้อหามีความซับซ้อน เป็นนามธรรม และไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง นักเรียนจึงต้องอาศัยการทดลองทางวิทยาศาสตร์ การสร้างแบบจำลอง และการเชื่อมโยงปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อวิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลายด้านในการสังเกต วิเคราะห์ และเชื่อมโยงผลการทดลองกับประสบการณ์จริงจากสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริงเหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง จดจำได้นาน และอธิบายเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบ PISA 2025 (OECD, 2023) เป็นพื้นฐานสำคัญต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในการตัดสินใจและประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง (Roy et al., 2025)

ผู้วิจัยจึงศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของ Arends (2012) พบว่า มีงานวิจัยที่สอดคล้องกับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน คือ ชี้มนำนักเรียนเข้าสู่ปัญหา ชี้จัดการนักเรียนเพื่อศึกษา ชี้ช่วยเหลือการสืบเสาะอิสระและกลุ่ม ชี้พัฒนาและนำเสนอคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และ ชี้วิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ งานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่เป็นเชิงทดลองและกึ่งทดลองมีการเปรียบเทียบคะแนนของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมากกว่าการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เชิงลึก โดยไม่ได้อธิบายรายละเอียดเชิงคุณภาพของสมรรถนะที่เกิดขึ้นของผู้เรียนชัดเจน (Suhirman & Khotimah, 2020) และมีการวิจัยเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในแต่ละวงจรปฏิบัติ (Sarah & Astriani, 2024) แม้จะรายงานผลคะแนนและระดับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในภาพรวม แต่ไม่ได้อธิบายลักษณะพัฒนาการสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละระดับที่ปรากฏภายในชั้นเรียนอย่างละเอียด

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่มีการศึกษาและพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์โดยมีวัตถุประสงค์ของการพัฒนาที่ผู้เรียน แต่ไม่มีการนำเสนอผลวิจัยแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เนื่องจากงานวิจัยเชิงปฏิบัติการไม่ได้สังเคราะห์แนวปฏิบัติที่ดีเป็นกรอบแนวปฏิบัติที่ชัดเจนสำหรับครู ในงานวิจัยของ อาภา ผดุงเวียง และน้ำเพชร นาสารีย์ (2568) มีการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย นำไปสู่การสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จากหลักฐานเชิงประจักษ์ การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ การให้ความช่วยเหลือนักเรียนพัฒนาชิ้นงาน ส่งเสริมการค้นหาข้อมูลนำมาอภิปรายและโต้แย้งร่วมกันในการลงข้อสรุป มีผลต่อการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่เห็นแนวปฏิบัติที่ดีที่ชัดเจนในการส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน

ดังนั้นจากประสบการณ์ของผู้วิจัย พบว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนยังอยู่ในระดับที่ต้องพัฒนา จึงมีความต้องการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิด Arends (2012) โดยใช้สถานการณ์



ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันใกล้ตัว มีความซับซ้อน สามารถแก้ปัญหาได้จากประสบการณ์จริง ซึ่งจำเป็นที่ครูผู้สอนต้องปลูกฝังตั้งแต่ระดับประถมศึกษาสู่การเรียนรู้ในระดับมัธยมศึกษา การดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ ทำให้ผู้เรียนสามารถเผชิญสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายในชีวิตจริงเกี่ยวกับตนเอง ท้องถิ่น ประเทศหรือโลก มีความสามารถในการคิดและแก้ปัญหาได้สมเหตุผล (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2566) ความรู้พื้นฐานดังกล่าวสนับสนุนให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้ ทักษะ ทักษะคิด และค่านิยมของตนเพื่อรับผิดชอบต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงคาดหวังว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถเพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการดำรงชีวิตประจำวันและอนาคต

คำถามวิจัย

1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร มีพัฒนาการอย่างไร เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร เป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านทุ่งโชน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร
2. เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร ที่พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านทุ่งโชน

ขอบเขตการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 คน โรงเรียนบ้านทุ่งโชน จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นโรงเรียนขยายโอกาสและชนบท ส่วนใหญ่ผู้ปกครองประกอบอาชีพเกษตรกรรม ข้อจำกัดของขนาดและขอบเขตของกลุ่มที่ศึกษามีขนาดเล็ก จำนวน 1 ห้องเรียน จึงทำให้ผลการวิจัยสะท้อนการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างลุ่มลึก ชัดเจน ในบริบทเฉพาะเจาะจงของห้องเรียนนี้ นอกจากนี้จากการสังเกตพฤติกรรมและวิเคราะห์ใบบันทึกกิจกรรม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพื้นฐานในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใกล้เคียงกัน และมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ต้องพัฒนา โดยไม่มีการนำความรู้มาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ การตั้งคำถามและออกแบบการทดลองไม่เหมาะสม นอกจากนี้ไม่สามารถนำข้อมูลที่ได้ออกมาได้แย่งเพื่อมาลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร ได้แก่ การเปลี่ยนสถานะของสาร การละลายของสารในน้ำ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี



เวลาที่ใช้ในการวิจัย ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ใช้เวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวม 18 ชั่วโมง เดือนกุมภาพันธ์ ถึง มีนาคม พ.ศ. 2568

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง เริ่มต้นจากปัญหา กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม และค้นหาคำตอบผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากข้อกล่าวอ้างหลักฐานและการให้เหตุผล ได้แย้ง สรุปผล ตัดสินใจ และประเมินการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสมด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ Arends (2012) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน

1.1 ชี้นำนักเรียนเข้าสู่ปัญหา คือ นักเรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหา เมื่อนักเรียนสังเกตจากภาพ วิดีทัศน์ และประสบการณ์จริงในชีวิตประจำวัน

1.2 จัดการนักเรียนเพื่อศึกษา คือ นักเรียนกำหนดบทบาท วางแผน และดำเนินกิจกรรมกลุ่ม เพื่อศึกษาปัญหาและหาแนวทางการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวก

1.3 ช่วยเหลือการสืบเสาะอิสระและกลุ่ม คือ นักเรียนลงมือปฏิบัติ ตั้งสมมติฐาน ทำนาย ออกแบบทดลอง ตรวจสอบผลลัพธ์ และปรับปรุงสิ่งที่ค้นพบเพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล

1.4 ขั้พัฒนาและนำเสนอคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหทางวิทยาศาสตร์ นำเสนอและสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จากข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล นักเรียนอธิบาย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นด้วยการโต้แย้งและลงข้อสรุปจากการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

1.5 ขั้วิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนสะท้อนผล ตัดสินใจ และประเมินการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหบนพื้นฐานของหลักการทางวิทยาศาสตร์

2. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่มีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็น อภิปราย เชื่อมโยงความรู้ ทักษะ การคิด สังเคราะห์อย่างสมเหตุสมผล นำไปสู่การลงมือกระทำผ่านการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาด้วยความยั่งยืน ตามกรอบแนวคิดของ PISA 2025 แบ่งเป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้

2.1 สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A) คือ ความสามารถในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มาสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล เชื่อมโยงประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะ โดยผู้วิจัยเลือก 3 สมรรถนะย่อย คือ ระลึกรนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (A1) ทำนายการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (A3) และสร้างสมมติฐาน (A5)

2.2 สมรรถนะการออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B) คือ ความสามารถระบุคำถามทางวิทยาศาสตร์ สร้างและประเมินกระบวนการสืบเสาะ โดยผู้วิจัยเลือก 3 สมรรถนะย่อย คือ ระบุคำถามทางวิทยาศาสตร์ (B1) ออกแบบการทดลอง (B2) และประเมินการทดลองและตอบคำถาม (B3)

2.3 สมรรถนะการศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ (C) คือ ความสามารถศึกษาค้นคว้า ประเมิน พิจารณาข้อมูลจากข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน ข้อโต้แย้ง และเหตุผลในการตัดสินใจเลือกแนวทางการ



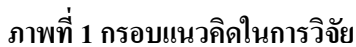
แก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยเลือก 3 สมรรถนะย่อย คือ แยกแยะคำกล่าวอ้าง หลักฐาน และให้เหตุผล (C2) สร้างข้อโต้แย้งข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ (C3) และตัดสินใจใช้ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (C5)

3. แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คือ การปฏิบัติของครู บทบาทครู ลักษณะกิจกรรม การวัดและประเมินผลที่ส่งเสริมนักเรียนพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เริ่มต้นจากการใช้คำถามเพื่อสังเกตปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ค้นหาคำตอบด้วยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล ใช้คำถามชี้นำเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ กำหนดคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ผ่านการโต้แย้งโดยใช้หลักฐานที่น่าเชื่อถือ และตัดสินใจแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดวิจัยนี้แสดงแนวปฏิบัติที่ดีโดยใช้การจัดการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งผลต่อการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ด้วยบทบาทของครูในการใช้สื่อ การออกแบบกิจกรรม การจัดสภาพแวดล้อมในชั้นเรียน การเสริมแรง และการประเมินผลอย่างต่อเนื่องตลอดกระบวนการเรียนรู้

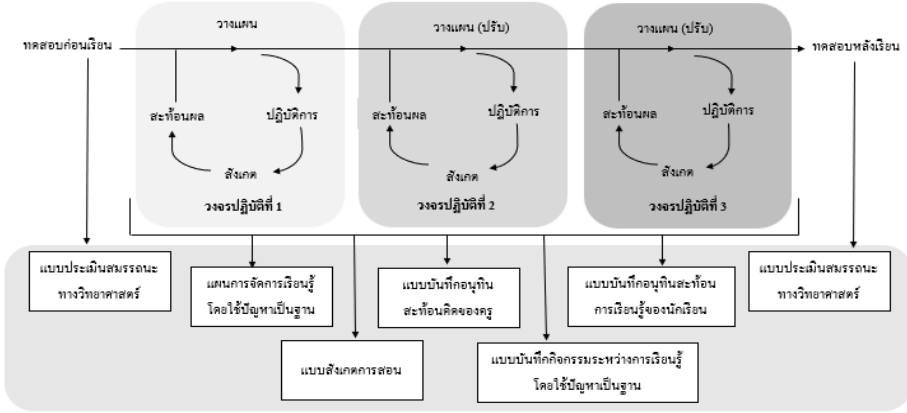
นอกจากนี้กรอบแนวคิดวิจัยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชี้นำนักเรียนเข้าสู่ปัญหา ครูมีการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหา เชื่อมโยงกับสมรรถนะการออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในสมรรถนะย่อยของการระบุคำถามทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นขึ้นจัดการนักเรียนเพื่อศึกษาเป็นการวางแผนในการทำกิจกรรม มีการเชื่อมโยงจากประสบการณ์เดิม และหาแนวทางการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ต่อมาขึ้นช่วยเหลือการสืบเสาะและนำเสนอคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เชื่อมโยงกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ในสมรรถนะย่อยของการระลึก นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำนายการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และสร้างสมมติฐาน สมรรถนะการออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในสมรรถนะย่อยของการออกแบบการทดลอง ประเมินการทดลองเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ในสมรรถนะย่อยของการแยกแยะคำกล่าวอ้าง หลักฐาน ให้เหตุผล และสร้างข้อโต้แย้ง ข้อสรุปคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่ขั้นวิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้าย ที่มีความสัมพันธ์กับสมรรถนะการศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ในสมรรถนะย่อยของการตัดสินใจโดยใช้ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาได้อย่างเหมาะสม โดยกรอบแนวคิดในการวิจัยมีรายละเอียดดังภาพที่ 1



งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการ (action research) ซึ่งคุณภาพที่เน้นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชั้นเรียน โดยใช้รูปแบบของการวิจัยตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) ตามวงจร PAOR ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ วางแผน ปฏิบัติ สังเกต และสะท้อนผล ดำเนินการตามขั้นตอน 3 รอบวงจรปฏิบัติ ดังนี้

2) ปฏิบัติการ (Action) คือ ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยบันทึกวิถีทัศน์ขณะจัดกิจกรรม

4) สะท้อนผล (Reflect) คือ ผู้วิจัยสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เครื่องมือ ได้แก่ อนุทินสะท้อนคิดของครู อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบบันทึกกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ปัญหาที่เกิดขึ้น จากนั้นนำผลสะท้อนไปใช้ปรับปรุงและพัฒนาในแต่ละรอบของวงจรปฏิบัติ นำเสนอขั้นตอนการวิจัย ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนภาพการดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร จำนวน 5 แผน รวม 18 ชั่วโมง โดยนำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เป็นผู้ที่มีความสมบัติด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และการวิจัยทางการศึกษา ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิที่มีวุฒิการศึกษา ระดับปริญญาเอกทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา หลักสูตรและการสอน ดำรงตำแหน่งเป็นอาจารย์มหาวิทยาลัย และครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนรู้และการพัฒนาเครื่องมือวิจัยไม่น้อยกว่า 5 ปี มีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อวัดและประเมินผลสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยหาค่าเฉลี่ยและแปลความหมายตามเกณฑ์ มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2 เท่ากับ 4.65 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3-5 เท่ากับ 4.67 ทั้ง 5 แผน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนสถานะของสาร

วงจรปฏิบัติ	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	สถานการณ์ปัญหา	แนวคิดสำคัญ	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
วงจรปฏิบัติที่ 1	1. ไอศกรีมอย่างง่าย	3	ไอศกรีมลูกเงิน “ไฟฟ้าดับ ไม่สามารถทำไอศกรีมได้”	การเปลี่ยนสถานะของสารของเหลวและของแข็ง และจุดเยือกแข็ง	A1, A3, A5, B1, B2, B3, C3
	2. หยดน้ำอย่างง่าย	3	หยดน้ำพิศวง “ต้มน้ำ ศึกษาหยดน้ำมากในภาชนะ”	การเปลี่ยนสถานะของสารของเหลวและแก๊ส และจุดเดือด	A1, A3, A5, B1, B2, B3, C2, C3, C5
วงจรปฏิบัติที่ 2	3. เครื่องดื่มสองहन	4	ส่วนผสมหายไป “เตรียมน้ำหวาน ไม่เห็นส่วนผสมเร็ว”	การละลายของสารในน้ำ และปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของสารในน้ำ	A1, A3, A5, B1, B2, B3, C2, C3, C5



ตารางที่ 1 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติ	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	สถานการณ์ปัญหา	แนวคิดสำคัญ	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
วงจรปฏิบัติที่ 3	4. ฟองแก๊ส หรรษา	4	แก๊สทันใจ “การผสมสารทำให้เกิดแก๊สได้เร็ว”	การเกิดแก๊ส และปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของแก๊ส	A1, A3, A5, B1, B2, B3, C3, C5
	5. มหัศจรรย์การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสี	4	เคมีสีสัน “การผสมสารแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนสีต่างจากเดิม”	การเปลี่ยนสี และปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสี	A1, A3, A5, B1, B2, B3, C2, C3

2. แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับประเมินนักเรียนรายบุคคล มี 3 รูปแบบ คือ เลือกตอบเชิงซ้อน และคำตอบแบบเปิด 9 ข้อ 3 สถานการณ์ รวม 24 คะแนน จากแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนตามระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับดีมาก (19-24 คะแนน) ระดับดี (13-18 คะแนน) ระดับพอใช้ (7-12 คะแนน) และระดับปรับปรุง (0-6 คะแนน) มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ค่าความยากง่าย ระหว่าง 0.23-0.77 ระดับค่อนข้างง่ายถึงค่อนข้างยาก และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .83 ระดับดี นอกจากนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนตามระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับดีมาก (3 คะแนน) ระดับดี (2 คะแนน) ระดับพอใช้ (1 คะแนน) และระดับปรับปรุง (0 คะแนน) โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนตามเกณฑ์รูปрикของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมบ่งชี้ของนักเรียนตามระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมบ่งชี้ตามระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้ตามระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์			
	ดีมาก (3 คะแนน)	ระดับดี (2 คะแนน)	ระดับพอใช้ (1 คะแนน)	ระดับปรับปรุง (0 คะแนน)
A (A1)	นักเรียนสามารถระลึกอธิบาย และประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องและเหมาะสม	นักเรียนสามารถระลึกและอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และประยุกต์ใช้ได้บางส่วน	นักเรียนสามารถระลึกความรู้ทางวิทยาศาสตร์ บางส่วน คลาดเคลื่อน และประยุกต์ใช้ได้จำกัด	นักเรียนไม่สามารถระลึก ประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง



ตารางที่ 2 (ต่อ)

สมรรถนะ				
ทาง วิทยาศาสตร์	ดีมาก (3 คะแนน)	ระดับดี (2 คะแนน)	ระดับพอใช้ (1 คะแนน)	ระดับปรับปรุง (0 คะแนน)
A (A3)	นักเรียนสามารถ ทำนาย ตรวจสอบการ แก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ถูกต้อง พร้อมอธิบายเหตุผล สนับสนุนชัดเจน	นักเรียนสามารถทำนาย และตรวจสอบการ แก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์เหมาะสม แต่ให้เหตุผลยังมี ข้อผิดพลาดเล็กน้อย	นักเรียนสามารถทำนาย ตรวจสอบการ แก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ได้ แต่ให้ เหตุผลไม่เพียงพอ	นักเรียนไม่สามารถ ทำนายการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์
A (A5)	นักเรียนสามารถ ตั้งสมมติฐานอย่างมี เหตุผล เชื่อมโยงกับ ปรากฏการณ์ทาง วิทยาศาสตร์ได้อย่าง ถูกต้องชัดเจน	นักเรียนสามารถ ตั้งสมมติฐานสอดคล้อง กับปรากฏการณ์ แต่ เชื่อมโยงกับ ปรากฏการณ์ทาง วิทยาศาสตร์ได้เพียง บางส่วน	นักเรียนสามารถ ตั้งสมมติฐานได้ แต่ยัง ขาดความถูกต้องและ หลักฐานสนับสนุน เพียงพอ	นักเรียนไม่สามารถ ตั้งสมมติฐานที่ สอดคล้องกับ ปรากฏการณ์ทาง วิทยาศาสตร์
B (B1)	นักเรียนสามารถระบุ คำถามสอดคล้องกับ สถานการณ์ เหมาะสม กับเงื่อนไขที่กำหนด	นักเรียนสามารถระบุ คำถามไม่ชัดเจน และ สอดคล้องกับ สถานการณ์หรือเงื่อนไข บางส่วน	นักเรียนสามารถระบุ คำถามได้บ้าง ไม่ ชัดเจน และไม่ สอดคล้องกับ สถานการณ์หรือ เงื่อนไข	นักเรียนไม่สามารถ ระบุคำถามจาก สถานการณ์ปัญหาได้
B (B2)	นักเรียนสามารถ ออกแบบการทดลอง ระบุและควบคุมตัว แปรได้ชัดเจน นำไปใช้ได้จริง	นักเรียนสามารถ ออกแบบการทดลอง ระบุและควบคุมตัว แปรสำคัญได้บางส่วน แต่ไม่สมบูรณ์ นำไปใช้ ได้บ้าง	นักเรียนสามารถ ออกแบบการทดลอง ได้บางส่วน แต่การ ระบุตัวแปรไม่ ครบถ้วน แต่ไม่ ชัดเจนในการนำไปใช้	นักเรียนไม่สามารถ ออกแบบการทดลอง การระบุตัวแปรที่ และไม่สามารถ นำไปใช้ได้



ตารางที่ 2 (ต่อ)

สมรรถนะ ทาง วิทยาศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้ตามระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์			
	ดีมาก (3 คะแนน)	ระดับดี (2 คะแนน)	ระดับพอใช้ (1 คะแนน)	ระดับปรับปรุง (0 คะแนน)
B (B3)	นักเรียนสามารถ ประเมินวิธีทดลองที่ ออกแบบเหมาะสม ต่อการตอบคำถาม ถูกต้อง พร้อมให้ เหตุผลที่ชัดเจน และ เสนอแนวทาง ปรับปรุง	นักเรียนสามารถ ประเมินได้ว่าวิธี ทดลองที่ออกแบบ ค่อนข้างเหมาะสมต่อ การตอบคำถาม พร้อม ให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่มีการวิเคราะห์ ข้อจำกัดบางส่วน	นักเรียนสามารถ ประเมินวิธีทดลองที่ ออกแบบบางส่วน แต่ ไม่มีเหตุผลทาง วิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน และวิเคราะห์ข้อจำกัด ได้ไม่ครบถ้วน	นักเรียนไม่สามารถ ประเมินความ เหมาะสมของวิธีการ ทดลองที่ออกแบบ และให้เหตุผลทาง วิทยาศาสตร์ไม่ ถูกต้อง
C (C2)	นักเรียนสามารถ แยกแยะคำกล่าวอ้าง ที่มีหลักฐานทาง วิทยาศาสตร์ออกจาก ความคิดเห็นได้อย่าง ชัดเจน พร้อมให้เหตุ ผลได้ครบถ้วน	นักเรียนสามารถ แยกแยะคำกล่าวอ้างที่ มีหลักฐานทาง วิทยาศาสตร์ออกจาก ความคิดเห็นได้อย่าง ชัดเจน แต่การให้ เหตุผลยังไม่สมบูรณ์	นักเรียนสามารถ แยกแยะคำกล่าวอ้างที่ มีหลักฐานทาง วิทยาศาสตร์ออกจาก ความคิดเห็นบางส่วน และการให้เหตุผลยัง ไม่สมบูรณ์หรือไม่ ถูกต้อง	นักเรียนไม่สามารถ แยกแยะคำกล่าวอ้าง ที่มีหลักฐานทาง วิทยาศาสตร์ออก จากความคิดเห็นได้ และการให้เหตุผล ไม่ถูกต้อง
C (C3)	นักเรียนสามารถ โต้แย้ง ข้อมูลจาก หลักฐาน ที่ใช้ แก้ปัญหา และ สรุปผลจากการ นำเสนอผลงานได้ อย่างถูกต้อง เหมาะสม	นักเรียนสามารถโต้แย้ง ข้อมูลจากหลักฐาน พิจารณาความเป็นไป ได้บางส่วน และสรุป จากการนำเสนอผลงาน บ้าง	นักเรียนสามารถ โต้แย้ง ข้อมูลจาก หลักฐานได้บ้าง พิจารณาความเป็นไป ได้บางส่วน ไม่ สามารถสรุปจากการ นำเสนอผลงาน	นักเรียนไม่สามารถ โต้แย้งข้อมูลจาก หลักฐาน และไม่ สามารถสรุปผลจาก การนำเสนอผลงาน



ตารางที่ 2 (ต่อ)

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมบ่งชี้ตามระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์			
	ดีมาก (3 คะแนน)	ระดับดี (2 คะแนน)	ระดับพอใช้ (1 คะแนน)	ระดับปรับปรุง (0 คะแนน)
C (C5)	นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาสมเหตุสมผล ใช้ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาได้เหมาะสม ในการโต้แย้ง แต่การเชื่อมโยงกับบริบทในชีวิตจริง	นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหา บางส่วน แต่ยังใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ในการโต้แย้งได้ไม่ชัดเจน และไม่สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตจริง	นักเรียนไม่สามารถตัดสินใจแก้ปัญหา ไม่มีข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และไม่สามารถเชื่อมโยงกับบริบทในชีวิตจริง

3. แบบสังเกตการสอน เป็นแบบสังเกตพฤติกรรมของครู และนักเรียน ระหว่างวงจรปฏิบัติ
4. อนุทินสะท้อนคิดของครู เป็นแบบบันทึกที่ระหว่างวงจรปฏิบัติ และหลังการจัดการเรียนรู้ สะท้อนการสอนของครู และพฤติกรรมนักเรียน
5. อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างให้นักเรียนจดบันทึก และสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียน ระหว่างวงจรปฏิบัติ
6. แบบบันทึกกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นแบบบันทึกสะท้อนการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนขณะทำกิจกรรมรายบุคคลและกลุ่ม ระหว่างวงจรปฏิบัติ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ก่อนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนทำแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน จากนั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแต่ละวงจรปฏิบัติ โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ หลังจากนั้นนักเรียนทำแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตการสอน อนุทินการเรียนรู้ของนักเรียน อนุทินสะท้อนคิดของครู แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และแบบบันทึกกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากข้อความของครูและนักเรียน จัดหมวดหมู่ ตีความ และหาความสัมพันธ์ของข้อมูลตามกรอบแนวคิด สรุปเป็นแนวปฏิบัติที่ดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์แก่นสาร (thematic analysis) ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ศึกษาและทำความเข้าใจกับข้อมูลที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยพิจารณาข้อความอ้างอิง (statements or quotations) จากบันทึก ข้อความ หรือคำพูด (transcript) สะท้อนในรูปวลีหรือประโยคสั้น



2. คัดเลือกข้อความอ้างอิงที่เกี่ยวข้อง (statements or quotations) และกำหนดคำสำคัญ (keywords)
3. นำคำสำคัญ (keywords) มากำหนดรหัส (codes) เพื่อแทนความหมายของข้อมูลในแต่ละประเด็นที่ได้ค้นพบ
4. จัดกลุ่มรหัส (codes) ที่มีความสัมพันธ์กันเป็นหมวดหมู่เข้าด้วยกัน และสังเคราะห์เป็นแก่นสาร (themes) ตามแบบแผน
5. พิจารณาแก่นสารในเชิงลึก เพื่อตีความหมายและสร้างมโนทัศน์ (interpretation and conceptualization)
6. เชื่อมโยงผลการตีความกับกรอบแนวคิด นิยามศัพท์ และวัตถุประสงค์การวิจัย โดยผู้วิจัยพิจารณาข้อมูลจากหลายแหล่งสะท้อนข้อค้นพบ และใช้เกณฑ์จำแนกระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 4 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดีพอใช้ และปรับปรุง ในการวิเคราะห์พัฒนาการของนักเรียนตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คือ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A) สมรรถนะการออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B) และสมรรถนะการศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจ (C) เพื่อสรุปเป็นแนวปฏิบัติที่ดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละรอบของวงจรปฏิบัติ

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้พิจารณาวิธีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพ (trustworthiness) 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ค้นพบ (credibility) คือ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลต่อเนื่องตลอดกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในแต่ละวงจรปฏิบัติ (prolonged engagement) เพื่อให้เห็นพัฒนาการของนักเรียนอย่างต่อเนื่องในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลของนักเรียนและครูที่ตีความร่วมกับแหล่งข้อมูลหลากหลายหรือหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (member checking) ในแต่ละรอบของวงจรปฏิบัติ

2. ความสามารถในการถ่ายโอนผลการวิจัย (transferability) คือ ผู้วิจัยบรรยายบริบทของการวิจัยอย่างละเอียด (thick description) จากสภาพแวดล้อมในห้องเรียนเป็นห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเอื้อต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนส่วนใหญ่มีพื้นฐานความรู้ใกล้เคียงกัน แต่อยู่ในระดับที่ต้องพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนบทบาทของครูในการใช้สถานการณ์ปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม และตรวจสอบคำตอบจากการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจการจัดกิจกรรมที่มีผลต่อการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำไปใช้ในบริบทที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

3. ความคงเส้นคงวาของข้อมูล (dependability) คือ ผู้วิจัยจัดเก็บข้อมูล ร่องรอยและหลักฐานอย่างเป็นระบบตลอดการดำเนินการวิจัย เพื่อให้สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ (audit trail) จากแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แบบสังเกตการสอน อนุทินสะท้อนคิดของครู อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน แบบบันทึกกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิร่วมกันตรวจสอบการตีความข้อมูลจากการจัดกิจกรรมและผลที่เกิดขึ้นต่อการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (peer debriefing) ในแต่ละรอบของวงจรปฏิบัติ

4. ความยืนยันได้ของข้อมูล (confirmability) คือ ผู้วิจัยสะท้อนบทบาทของตนเองในการดำเนินการวิจัยอย่างต่อเนื่อง (reflexivity) และการตรวจสอบสามเส้า (triangulation) จากการตรวจสอบข้อมูลในอนุทินสะท้อนคิดของครู อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน แบบสังเกตการสอน แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และ



แบบบันทึกกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ค้นพบ
หลากหลายเกี่ยวกับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ความถี่และร้อยละจำนวนนักเรียนส่วนใหญ่ในสมรรถนะย่อยทางวิทยาศาสตร์ โดยจำแนกตามระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คือ ดีมาก ดี พอใช้ และปรับปรุง จากนั้นวิเคราะห์แนวโน้มการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละระดับในแต่ละวงจรปฏิบัติ และเปรียบเทียบผลการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละจำนวนนักเรียนตามระดับ และแนวปฏิบัติที่ดีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียด ดังนี้

1. การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.1 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

นักเรียนมีพัฒนาการด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในระดับดีมาก วงจรปฏิบัติที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในสมรรถนะ B รองลงมา คือ สมรรถนะ A สะท้อนว่านักเรียนตั้งคำถามได้มากกว่าการนำความรู้มาอธิบายปรากฏการณ์ และยังไม่ปรากฏสมรรถนะ C ในการใช้ข้อมูลและหลักฐานเพื่อแยกแยะและแก้ปัญหา วงจรปฏิบัติที่ 2 สัดส่วนของสมรรถนะ A และ B เพิ่มขึ้น นักเรียนตั้งคำถามสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาและเชื่อมโยงความรู้เพื่ออธิบายได้ดีขึ้น ขณะที่สมรรถนะ C เริ่มปรากฏในบางส่วน วงจรปฏิบัติที่ 3 สมรรถนะ B ยังมีสัดส่วนมากที่สุด รองลงมาคือสมรรถนะ A โดยนักเรียนมีส่วนร่วมตั้งคำถามที่สอดคล้องกับปัญหาและสร้างคำอธิบายจากความรู้ที่ค้นพบได้เด่นขึ้น แม้สมรรถนะ C ยังมีสัดส่วนต่ำกว่า แต่พบการใช้ข้อมูลและหลักฐานเพิ่มขึ้นเล็กน้อย รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ร้อยละจำนวนนักเรียนตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ระดับดีมาก

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	ร้อยละจำนวนนักเรียน		
	วงจรปฏิบัติที่ 1	วงจรปฏิบัติที่ 2	วงจรปฏิบัติที่ 3
A	5	20	25
B	15	25	30
C	0	5	10

นักเรียนมีพัฒนาการด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในระดับดีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง วงจรปฏิบัติที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในสมรรถนะ C มากที่สุด รองลงมา คือ สมรรถนะ A และ B นักเรียนเริ่มใช้หลักฐานจากการทดลองสร้างข้อโต้แย้งได้บางส่วน แต่การอธิบายปรากฏการณ์ด้วยความรู้ยังไม่สมบูรณ์ และการประเมินการ



ทดลองยังไม่รอบคอบ วงจรปฏิบัติที่ 2 สมรรถนะ A เพิ่มขึ้นชัดเจน นักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ได้ดีขึ้น ขณะที่สมรรถนะ B และ C มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากการฝึกตรวจสอบผลลัพธ์และนำเสนอข้อมูลประกอบข้อกล่าวอ้างได้ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม การให้เหตุผลยังไม่สมบูรณ์ วงจรปฏิบัติที่ 3 นักเรียนพัฒนาสมรรถนะ C เค้นที่สุด รองลงมาคือสมรรถนะ A และ B โดยสามารถเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานและเหตุผล เพื่อใช้ตรวจสอบ ประเมิน และอธิบายการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น รายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ร้อยละจำนวนนักเรียนตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ระดับดี

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	ร้อยละจำนวนนักเรียน		
	วงจรปฏิบัติที่ 1	วงจรปฏิบัติที่ 2	วงจรปฏิบัติที่ 3
A	30	50	55
B	25	35	50
C	35	45	65

นักเรียนกลุ่มระดับ พอใช้ มีสัดส่วนลดลงอย่างต่อเนื่อง วงจรปฏิบัติที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในสมรรถนะ A มากที่สุด รองลงมา คือ สมรรถนะ B และ C โดยนักเรียนตั้งสมมติฐานจากปรากฏการณ์ได้เพียงเล็กน้อย ระบุตัวแปรได้บางส่วนทำให้ออกแบบการทดลองผิดพลาด และส่วนใหญ่ยังตัดสินใจแก้ปัญหาจากความคิดเห็นส่วนตัว วงจรปฏิบัติที่ 2 สัดส่วนสมรรถนะ A ลดลงมาก ขณะที่สมรรถนะ B และ C ลดลงเล็กน้อย นักเรียนตั้งสมมติฐานปรากฏการณ์และระบุตัวแปรดีกว่าเดิม และเริ่มใช้หลักฐานเชื่อมโยงการตัดสินใจและเหตุผลได้บ้าง วงจรปฏิบัติที่ 3 นักเรียนระบุตัวแปรได้ดีขึ้น แต่การออกแบบการทดลองยังไม่สมบูรณ์ สมมติฐานยังไม่ชัดเจน และการใช้หลักฐานสนับสนุนข้อสรุปเพื่อการตัดสินใจแก้ปัญหายังมีข้อจำกัด รายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ร้อยละจำนวนนักเรียนตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ระดับพอใช้

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	ร้อยละจำนวนนักเรียน		
	วงจรปฏิบัติที่ 1	วงจรปฏิบัติที่ 2	วงจรปฏิบัติที่ 3
A	55	25	20
B	45	30	15
C	40	35	20

นักเรียนกลุ่มระดับ ปรับปรุง มีสัดส่วนลดลงอย่างต่อเนื่อง วงจรปฏิบัติที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในสมรรถนะ C มากที่สุด รองลงมา คือ สมรรถนะ B และ A โดยนักเรียนบางส่วนยังแยกแยะหลักฐานและความคิดเห็นไม่ได้ ออกแบบการทดลองไม่สอดคล้องกับคำถาม และตั้งสมมติฐานที่ไม่เชื่อมโยงหลักการทางวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติที่ 2 นักเรียนเริ่มออกแบบการทดลองได้มากขึ้น แต่ยังไม่สอดคล้องกับคำถามที่ต้องการแก้ปัญหา ขณะเดียวกันเริ่มแยกแยะหลักฐานกับความคิดเห็นได้บางส่วน และตั้งสมมติฐานได้ดีขึ้น วงจรปฏิบัติที่ 3



ไม่ปรากฏนักเรียนในสมรรถนะ A แม้นักเรียนบางส่วนตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น แต่ในสมรรถนะ B และ C มีข้อจำกัด คือ การออกแบบการทดลองยังไม่สอดคล้องกับคำถาม และการแยกแยะหลักฐานลดลง รายละเอียดดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ร้อยละจำนวนนักเรียนตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ระดับปรับปรุง

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	ร้อยละจำนวนนักเรียน		
	วงจรปฏิบัติที่ 1	วงจรปฏิบัติที่ 2	วงจรปฏิบัติที่ 3
A	10	5	0
B	15	10	5
C	25	15	5

1.2 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากตารางที่ 7 พบว่า หลังเรียนนักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นทุกด้าน โดยจำนวนผู้เรียนในระดับดีและดีมากมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ขณะที่จำนวนผู้เรียนในระดับพอใช้และระดับปรับปรุงมีแนวโน้มลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเรียน พบว่า สมรรถนะ A มีจำนวนผู้เรียนในระดับดีมากเพิ่มขึ้น 6 คน และระดับดีเพิ่มขึ้น 3 คน ขณะที่ระดับพอใช้ลดลง 3 คน และระดับปรับปรุงลดลง 6 คน สมรรถนะ B มีจำนวนผู้เรียนในระดับดีมากเพิ่มขึ้น 1 คน และระดับดีเพิ่มขึ้น 6 คน ขณะที่ระดับพอใช้ลดลง 2 คน และระดับปรับปรุงลดลง 5 คน ส่วนสมรรถนะ C มีจำนวนผู้เรียนในระดับดีมากเพิ่มขึ้น 6 คน และระดับดีเพิ่มขึ้น 6 คน ขณะที่ระดับพอใช้ลดลง 5 คน และระดับปรับปรุงลดลง 7 คน ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยสรุปสะท้อนให้เห็นว่า พฤติกรรมของนักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A) และสมรรถนะการศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ฯ (C) อยู่ในระดับดีมาก สามารถตรวจสอบความถูกต้องทำนายผล สมมติฐาน นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้เหมาะสม และแยกแยะข้อมูล ตัดสินใจถูกต้อง สมบูรณ์ เหมาะสมกับสถานการณ์ มีข้อโต้แย้งสนับสนุนการแก้ปัญหาได้ดีขึ้นจากการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และนักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ฯ (C) อยู่ในระดับดี แยกแยะข้อมูลและข้อโต้แย้งได้บางส่วนสามารถตัดสินใจได้ถูกต้องบางส่วน มีบางประเด็นไม่สมบูรณ์ แต่มีความเหมาะสมที่สนับสนุนการแก้ปัญหาได้ดีจากการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้พบว่าหลังเรียนนักเรียนมีพฤติกรรมในการพัฒนาสมรรถนะการศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ฯ (C) ได้เด่นชัดที่สุด รายละเอียดดังตารางที่ 7



ตารางที่ 7 ร้อยละจำนวนนักเรียนของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามระดับก่อนเรียนและหลังเรียน

ทาง วิทยาศาสตร์	ร้อยละจำนวนนักเรียน							
	ระดับดีมาก		ระดับดี		ระดับพอใช้		ระดับปรับปรุง	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
A	0	30	25	40	45	30	30	0
B	5	10	10	40	45	35	40	15
C	0	30	15	45	50	25	35	0

หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระดับดีและดีมากเพิ่มขึ้น ขณะที่พอใช้และปรับปรุงมีแนวโน้มลดลง ซึ่งหลังเรียนอยู่ในระดับดี ร้อยละ 65 และก่อนเรียนอยู่ในระดับพอใช้ ร้อยละ 70 ในภาพรวมของการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น รายละเอียดดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ร้อยละจำนวนนักเรียนตามระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

ระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	ร้อยละจำนวนนักเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ดีมาก	0	20
ดี	15	65
พอใช้	70	15
ปรับปรุง	15	0

2. แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

แนวปฏิบัติที่ 1 การใช้คำถามสอดคล้องแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสังเกตปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และการระบุสมมติฐาน

ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงชีวิตประจำวัน และให้นักเรียนสังเกตปรากฏการณ์จากภาพและคลิปวิดีโอจริง จากนั้นครูใช้คำถามปลายเปิดต่อยอดจากสิ่งที่สังเกต เพื่อพานักเรียนเปลี่ยนความสงสัยเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนและทดสอบได้ เชื่อมโยงกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ผ่านการนำเสนอประสบการณ์และความรู้เดิมของนักเรียน เมื่อผู้เรียนตั้งคำถามแล้ว ครูตรวจสอบและสะท้อนกลับเพื่อปรับให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา เมื่อคำถามชัดเจน ครูกระตุ้นให้นักเรียนตั้งสมมติฐานเชิงอธิบายที่ระบุเงื่อนไข คาดการณ์ผลก่อนทดสอบ และให้เหตุผลเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ที่สังเกตและตรวจสอบได้ แนวปฏิบัตินี้สอดคล้องกับสมรรถนะการระบุคำถามทางวิทยาศาสตร์ (B1) และการสร้างสมมติฐานเชิงอธิบาย (A5)



วงจรปฏิบัติที่ 1 ครูยกตัวอย่างการใช้คำถามปลายเปิดจากภาพและคลิปวิดีโอเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม แต่พบว่านักเรียนยังตั้งคำถามทั่วไปที่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ไอศกรีมลูกเงิน และไม่เชื่อมโยงแนวคิดการเปลี่ยนสถานะของสาร คือ “ส่วนผสมในไอศกรีมมีอะไรบ้าง และทำไมไอศกรีมเปลี่ยนสี” ครูจึงตรวจสอบและสะท้อนกลับว่าคำถามดังกล่าวเป็นเพียงการสังเกตภายนอก พร้อมชี้ประเด็นปัญหาหลัก คือ ทำอย่างไรให้ไอศกรีมแข็งตัวเพื่อรับประทานได้ จากนั้นครูใช้คำถามชี้แนะว่า เห็นอะไรเกิดขึ้นในไอศกรีมบ้าง ทำให้นักเรียนเริ่มตั้งคำถามที่สอดคล้องกับสถานการณ์มากขึ้น และอธิบายเชิงคาดการณ์ว่า เกลือช่วยให้ไอศกรีมแข็งตัวเร็วขึ้น อย่างไรก็ตามนักเรียนยังมีการระบุคำถามทางวิทยาศาสตร์ได้ไม่ชัดเจน และสมมติฐานยังเป็นคำอธิบายทั่วไปที่ไม่สมบูรณ์ในช่วงแรก

วงจรปฏิบัติที่ 2 ครูกำหนดกรอบคำถามและเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถามอย่างอิสระมากขึ้น คือ เพราะเหตุใดส่วนผสมของน้ำหวานถึงหายไป และถ้าไม่ใส่น้ำจะเกิดอะไรขึ้น เมื่อครูตรวจสอบพบว่านักเรียนเริ่มสังเกตจากคลิปวิดีโอและเชื่อมโยงแนวคิดเรื่องการละลายของสารในน้ำกับสถานการณ์ ส่วนผสมหายไปดีขึ้น นักเรียนแลกเปลี่ยนประสบการณ์เดิมในร้านกาแฟ ครูจึงใช้คำถามชี้แนะว่า “ถ้าสารละลายหรือไม่ละลาย จะสังเกตเห็นอะไร” ทำให้นักเรียนเริ่มระบุสมมติฐานที่สัมพันธ์กับปัญหา อย่างไรก็ตาม สมมติฐานยังเป็นข้อสรุปทั่วไปและสั้น ไม่ระบุเงื่อนไขที่ตรวจสอบได้ชัดเจน คือ สารแต่ละชนิดละลายได้ต่างกัน ครูจึงช่วยปรับให้สมมติฐานมีค่าสำคัญและเงื่อนไขเพื่อใช้เป็นเหตุผลนำไปสู่การทดสอบในวงจรถัดไป

วงจรปฏิบัติที่ 3 ครูให้นักเรียนใช้กรอบคำถามจากภาพเพื่อเชื่อมโยงปรากฏการณ์ภูเขาไฟระเบิดไปสู่สถานการณ์แก๊สทันใจ เริ่มจากถามสิ่งที่นักเรียนสังเกตเห็น แล้วชี้แนะให้นักเรียนตั้งคำถามที่ตรวจสอบได้ นักเรียนตั้งข้อสงสัยว่า ฟองแก๊สเกิดขึ้นได้อย่างไร จากนั้นครูอธิบายว่าสามารถจำลองการเกิดแก๊สได้ และช่วยกำหนดคำถามที่ระบุเงื่อนไขเพื่อออกแบบการทดสอบจริง นักเรียนสืบค้นข้อมูลและเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม จึงระบุสมมติฐานได้ชัดเจนขึ้น คือ ถ้าปริมาณน้ำส้มสายชูมาก เมื่อเติมผงฟูจะทำให้ลูกโป่งมีขนาดใหญ่ เพราะน้ำส้มสายชูผสมกับผงฟูแล้วเกิดแก๊ส สะท้อนว่านักเรียนตั้งคำถามสอดคล้องกับสถานการณ์และแนวคิดการเกิดแก๊สได้ดีขึ้น และตั้งสมมติฐานที่มีเงื่อนไข คาดการณ์ผล และให้เหตุผลก่อนนำไปทดสอบจริงได้ดีขึ้น

แนวปฏิบัติที่ 2 การใช้คำถามชี้แนะให้เกิดความสงสัย และการตรวจสอบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์

ครูใช้คำถามชี้แนะจากสถานการณ์ปัญหาใกล้ตัวเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย จากนั้นนักเรียนร่วมกันวางแผนและออกแบบการทดลอง โดยกำหนดตัวแปรให้สอดคล้องกับคำถาม ต่อมาจึงทำนายและเสนอวิธีแก้ปัญหาพร้อมด้วยเหตุผล ก่อนลงมือทดลอง จากนั้นกำหนดวิธีบันทึกข้อมูลจากหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ตรวจสอบได้ ครูจึงใช้คำถามชี้แนะให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของการทำนาย เปรียบเทียบผลลัพธ์กับผลที่คาดการณ์สุดท้ายครูให้นักเรียนประเมินความเหมาะสมเพื่อตอบคำถาม และเสนอแนวทางปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา แนวปฏิบัตินี้สอดคล้องกับสมรรถนะการทำนายผลในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (A3) การออกแบบการทดลอง (B2) และการประเมินและปรับปรุงการทดลองเพื่อตอบคำถาม (B3)



วงจรปฏิบัติที่ 1 ครูใช้คำถามชี้แนะว่า “นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบอย่างไรในการทำให้ออศกริมแข็งตัว” จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดคำถามที่สนใจให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา และร่วมกันออกแบบการทดลองศึกษาปัจจัยในการทำให้ออศกริม โดยสามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมยังไม่ถูกต้องสมบูรณ์ นักเรียนจึงเปรียบเทียบ เขย่า และไม่เขย่า ในการทำให้ออศกริมลู่จับปืด และทำนายว่าการเขย่าจะช่วยให้ให้ออศกริมแข็งตัวเร็วขึ้น อย่างไรก็ตาม การทดลองครั้งแรกใช้ส่วนผสมของเกลือและน้ำแข็งจำนวนมาก ทำให้ให้ออศกริมไม่แข็งตัว เมื่อครูชี้แนะให้ตรวจสอบผล นักเรียนจึงปรับวิธีการ โดยลดปริมาณส่วนผสมและลองผิดลองถูกหลายครั้ง รวมถึงเขย่าให้แรงขึ้น จนสามารถเปรียบเทียบผลได้ พบว่าการเขย่าทำให้ออศกริมแข็งตัวเร็วกว่า แต่ยังไม่มีความเหมาะสม มีเพียงการใช้ความรู้ที่มากกว่าข้อมูลที่วัดได้ แม้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาและการคาดการณ์จากการทดลองก็ตาม นอกจากนี้นักเรียนสะท้อนผ่านอนุทินการเรียนรู้ในสิ่งที่สงสัยเพิ่มเติม พบว่านักเรียนระบุว่า “สิ่งใดที่ใส่ลงไปแล้วให้ออศกริมแข็งเหมือนใส่เกลือ” นักเรียนได้เรียนรู้ว่าให้ออศกริมที่เติมเกลือแล้วแข็งตัว ทำให้นักเรียนคิดว่ามีสิ่งอื่นโดยใช้น้ำตาลแทนเกลือจะแข็งตัวได้เหมือนกัน

วงจรปฏิบัติที่ 2 ครูใช้คำถามชี้แนะว่า “นักเรียนมีวิธีแก้ปัญหายังไงให้ส่วนผสมหายไปได้เร็ว” นักเรียนอธิบายจากประสบการณ์เดิมว่า “เคยเห็นตอนทำน้ำเชื่อม เติมน้ำตาลลงในน้ำแล้วน้ำตาลหายไป” จากนั้นนักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสนใจและร่วมกันออกแบบการทดลอง โดยระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ดีขึ้น แต่ตัวแปรควบคุมยังไม่สมบูรณ์ ทำให้สามารถวางแผนทดลองได้เร็วกว่าวงจรที่ 1 นักเรียนทดลองเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลที่ต่างกันในการละลายน้ำ และทำนายว่า “ถ้าใช้น้ำตาลน้อยจะละลายเร็ว” อย่างไรก็ตาม ระหว่างทดลองพบว่านักเรียนไม่ได้จับเวลา จึงยังสรุปไม่ได้ว่าปริมาณใดละลายเร็วที่สุด ครูจึงให้คำแนะนำให้ทดลองซ้ำและเน้นให้นักเรียนบันทึกข้อมูลใหม่ ต่อมานักเรียนสรุปแนวทางได้ชัดเจนว่า น้ำตาลปริมาณน้อยละลายได้เร็วกว่า และอธิบายเกณฑ์การละลายว่า “สารละลายเป็นเนื้อเดียวกันจนไม่เห็นส่วนผสม” สะท้อนว่าครูยังต้องชี้แนะและฝึกฝนเพื่อให้นักเรียนใช้หลักฐานเชิงประจักษ์สนับสนุนข้อสรุปได้เหมาะสมยิ่งขึ้น นอกจากนี้นักเรียนสะท้อนผ่านอนุทินการเรียนรู้ในสิ่งที่สงสัยเพิ่มเติม พบว่านักเรียนระบุว่า “อุณหภูมิสูง น้ำตาลละลายได้ดีหรือไม่” ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ว่ายังมีปัจจัยเรื่องของอุณหภูมิที่ทำให้ให้น้ำตาลละลายในน้ำเป็นน้ำเชื่อมได้ดี

วงจรปฏิบัติที่ 3 ครูยกตัวอย่างเครื่องมือที่มีสีสันในชีวิตประจำวัน และใช้คำถามชี้แนะว่า “นักเรียนมีวิธีการอย่างไรในการผสมสารให้มีสีแตกต่างจากเดิม” จากนั้นนักเรียนตั้งคำถามตามความสนใจ โดยแต่ละกลุ่มเลือกใช้น้ำผักและผลไม้ร่วมกับสารชนิดต่าง ๆ นักเรียนสามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ถูกต้องครบถ้วน พร้อมวางแผนการทดลองและกำหนดบทบาทภายในกลุ่มอย่างชัดเจน นักเรียนคาดการณ์ก่อนทดลองว่า “ชนิดของสารที่เติมต่างกันจะทำให้สีเปลี่ยนต่างกัน” ระหว่างทดลอง เมื่อผลไม่เป็นไปตามคาด โดยสีไม่เปลี่ยนจากเดิม นักเรียนช่วยกันตรวจสอบและปรับขั้นตอนการทดลองจนเห็นการเปลี่ยนสีได้ชัดเจน และใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์เป็นหลักฐานยืนยัน ครูจึงถามย้ำว่า “ผลที่ได้เปลี่ยนสีตามที่คาดการณ์หรือไม่” นักเรียนตอบว่า “มีการเปลี่ยนแปลงของสีเห็นได้ชัดจากหลักฐานที่ตรวจสอบได้” สะท้อนว่านักเรียนสามารถตรวจสอบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์ได้ดีขึ้น และอธิบายผลได้สอดคล้องกับการทำนายอย่างมีเหตุผลมากขึ้น นอกจากนี้นักเรียนสะท้อนผ่านอนุทินการเรียนรู้ในสิ่งที่สงสัยเพิ่มเติม พบว่านักเรียนระบุจากการ



ทดลองศึกษานอกเหนือเพิ่มเติมว่า “ถ้าเอาสารผสมทั้ง 3 อย่าง ระหว่างน้ำปีทูท น้ำมะนาว และน้ำผงซักฟอก มาผสมกัน จะเป็นอย่างไร” นักเรียนได้เรียนรู้ว่าสารผสมมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เมื่อนักเรียนได้ทำการทดสอบเพิ่มเติม นักเรียนสังเกตเห็นการเปลี่ยนสีได้อย่างชัดเจน สามารถบอกเพื่อนภายในกลุ่ม นักเรียนจึงลองทดสอบสารผสมมากกว่าหนึ่งชนิดที่ใช้ทดสอบในการทดลอง พบว่านักเรียนมีความตื่นเต้นและเห็นการเปลี่ยนสีเหมือนของเพื่อนต่างกลุ่ม จึงได้มีการตรวจสอบผลลัพธ์การเปลี่ยนสีผ่านการสนทนาล้างที่ค้นพบร่วมกัน

แนวปฏิบัติที่ 3 การกำหนดกรอบให้เหตุผลในการสร้างคำอธิบายวิทยาศาสตร์ผ่านการโต้แย้งและตัดสินใจแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ครูยกตัวอย่างกรอบการให้เหตุผลแบบ CER แล้วให้นักเรียนบันทึกข้อมูลและรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์จากการทดลอง พร้อมแยกแยะข้อมูลที่ค้นพบ จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างคำอธิบายตามกรอบ CER จากข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล สอดคล้องกับคำถามจากสถานการณ์ปัญหา เมื่อสร้างคำอธิบายแล้ว ครูจัดให้มีการสนทนาและโต้แย้งทั้งภายในและระหว่างกลุ่ม เพื่อสนับสนุนข้อสรุปด้วยข้อมูลและเหตุผลที่เหมาะสม จนนำไปสู่การปรับปรุงคำอธิบายให้ชัดเจนขึ้น ต่อมาครูตรวจสอบความถูกต้องของคำอธิบาย พิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลและความสมเหตุสมผลของเหตุผลสนับสนุน โดยเน้นการเชื่อมโยงความรู้กับหลักการที่เกี่ยวข้อง สุดท้ายครูให้นักเรียนนำข้อโต้แย้งและข้อสรุปไปใช้เสนอทางเลือกและตัดสินใจแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในบริบทชีวิตจริง แนวปฏิบัตินี้สอดคล้องกับสมรรถนะการระลึกและนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (A1) การแยกแยะข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผล (C2) การสร้างข้อโต้แย้งและข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ (C3) และการตัดสินใจโดยใช้ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (C5)

วงจรปฏิบัติที่ 1 ครูยกตัวอย่างและกำหนดโครงสร้างกรอบการให้เหตุผล (CER) แต่เมื่อครูตรวจสอบพบว่านักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการเขียน CER การบันทึกข้อมูลจากหลักฐานยังไม่สมบูรณ์ และมักใช้แบบจำลองภาพวาดอธิบายการแข็งตัวของไอศกรีมโดยไม่ได้นำข้อมูลข้อเท็จจริงจากการทดลองมาใช้เป็นหลักฐานอย่างครบถ้วน ส่งผลให้การระบุหลักฐาน ข้อกล่าวอ้าง และการให้เหตุผลยังไม่ชัดเจน การสนทนาและการโต้แย้งทั้งภายในและระหว่างกลุ่มจึงใช้เวลานาน ครูจึงต้องให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิดเพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ ต่อมานักเรียนสามารถสรุปผลและเชื่อมโยงแนวคิดเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสารได้บางส่วน รวมทั้งเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมเรื่องการทำไอศกรีมเพื่อใช้ตัดสินใจแก้ปัญหา อย่างไรก็ตาม ข้อสรุปยังขาดหลักฐานและเหตุผลบางส่วน ทำให้คำอธิบายยังไม่สมบูรณ์และไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ไอศกรีมฉุกเฉินอย่างครบถ้วน นอกจากนี้นักเรียนสะท้อนผ่านอนุทินการเรียนรู้โดยแสดงออกมาเป็นรูปภาพที่แสดงเปรียบเทียบระหว่างส่วนผสมไอศกรีมที่ไม่เท่ากัน แต่สามารถบอกได้โดยสรุปว่าไอศกรีมชนิดใดแข็งตัวหรือไม่แข็งตัวมากกว่ากัน

วงจรปฏิบัติที่ 2 ครูอธิบายกรอบการให้เหตุผล (CER) ให้ชัดเจนขึ้น แล้วให้นักเรียนเขียน CER เมื่อครูตรวจสอบพบว่านักเรียนรวบรวมหลักฐานจากการทดลองและแบบจำลองภาพวาดได้ดีขึ้น และนำข้อมูลมาเกี่ยวกับการละลายในน้ำที่แตกต่างกันมาใช้ประกอบข้อกล่าวอ้าง ส่งผลให้การระบุข้อกล่าวอ้างชัดเจนขึ้น อย่างไรก็ตาม การให้เหตุผลยังไม่สมบูรณ์ ถูกต้องเพียงบางส่วน และขาดคำสำคัญที่จำเป็นต่อการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ทำให้การเชื่อมโยงแนวคิดการละลายยังไม่ครบถ้วน หลังจากนั้นนักเรียนสามารถสนทนาและโต้แย้งทั้งภายในและ



เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านทุ่งไชน จังหวัดนครศรีธรรมราช

ระหว่างกลุ่มได้ดีขึ้น โดยใช้หลักฐานที่ค้นพบร่วมกับประสบการณ์ส่วนตัวและความรู้เรื่องการละลายมาสนับสนุนข้อโต้แย้ง ส่งผลให้นักเรียนสรุปและสร้างคำอธิบายได้รวดเร็วขึ้น การตัดสินใจแก้ปัญหา ส่วนผสมที่หายไปมีความชัดเจนขึ้น แต่ยังคงพัฒนาเหตุผลให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ นักเรียนสะท้อนผ่านอนุทินการเรียนรู้โดยสรุปปริมาณน้ำต่างกันจะละลายใช้เวลาได้เร็วหรือช้าต่างกัน

วงจรปฏิบัติที่ 3 ครูกำหนดกรอบการให้เหตุผล (CER) และให้นักเรียนเขียนคำอธิบายตามกรอบดังกล่าว เมื่อครูตรวจสอบพบว่านักเรียนบันทึกข้อมูลจากการทดลองและข้อมูลที่สืบค้นได้ชัดเจนและน่าเชื่อถือมากขึ้น ส่งผลให้หลักฐาน ข้อกล่าวอ้าง และการให้เหตุผลมีความสมบูรณ์เพิ่มขึ้น นักเรียนสามารถเชื่อมโยงหลักการและแนวคิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ทำให้เกิดแก๊สได้ โดยครูเชื่อมโยงกับสถานการณ์เครื่องดื่มชูกำลังในชีวิตประจำวัน จากนั้นนักเรียนโต้แย้งทั้งภายในและระหว่างกลุ่มโดยใช้ผลการทดลองเป็นเหตุผลสนับสนุน และขยายคำอธิบายไปสู่สถานการณ์อื่นที่พบในชีวิตจริง สุดท้ายนักเรียนสามารถสรุปผลและตัดสินใจแก้ปัญหาโดยใช้ข้อโต้แย้งได้เหมาะสมยิ่งขึ้น สอดคล้องกับสถานการณ์แก๊สทันใจ นอกจากนี้ นักเรียนสะท้อนผ่านอนุทินการเรียนรู้โดยสรุปการเกิดแก๊สที่ได้เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างผงฟูและน้ำส้มสายชู ซึ่งเป็นสาร 2 ชนิดที่เกิดปฏิกิริยาพอลิกัน

อภิปรายผล

จากผลการวิจัย นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร ในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีประเด็นอภิปราย ดังนี้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้อย่างต่อเนื่องทั้งสามด้าน โดยสัดส่วนผู้เรียนที่มีสมรรถนะระดับดีและดีมากเพิ่มขึ้นในทุกวงจร ขณะที่ระดับพอใช้และปรับปรุงลดลง ซึ่งสอดคล้องกับกนิษฐกานต์ เบญจพลารักษ์ (2561) รายงานว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งผลต่อการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในแต่ละรอบของวงจรปฏิบัติ ดังนั้น สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งสมรรถนะด้านนี้นักเรียนส่วนใหญ่พัฒนาได้อย่างรวดเร็วในวงจรที่ 1 และ 2 และต่อเนื่องจนถึงอยู่ในระดับดีในวงจรที่ 3 ปัจจัยสำคัญคือการที่นักเรียนสามารถนำประสบการณ์เดิมในชีวิตประจำวันมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาและคำถามที่ครูกระตุ้นได้ง่าย สอดคล้องกับ อาภา ผดุงเวียง และน้ำเพชร นาสารีย์ (2568) ที่พบว่า การใช้คำถามกระตุ้นช่วยสร้างความอยากรู้อยากเห็นและนำไปสู่การค้นหาคำตอบ และสอดคล้องกับ Uluçmar (2023) ที่ระบุว่า การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการเชื่อมโยงเหตุผลกับบริบทจริง ซึ่งประสบการณ์ที่คุ้นเคยช่วยให้นักเรียนพัฒนาสมรรถนะนี้ได้เร็วขึ้น ในส่วนของสมรรถนะการออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวงจรที่ 1 และ 2 และเพิ่มขึ้นในวงจรที่ 3 ส่วนใหญ่นักเรียนอยู่ในระดับดี ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยพัฒนานักเรียนให้มีการตั้งคำถามเชิงลึกและการวางแผนแก้ปัญหา สอดคล้องกับ Kotsis (2024) ระบุว่า การสืบเสาะช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดคำถามและออกแบบการทดลอง นอกจากนี้ การช่วยเหลือในช่วงการสืบเสาะทั้งแบบอิสระและแบบกลุ่ม เป็นการสนับสนุนให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมและเกิดแรงงูใจในการค้นหาคำตอบ Graaff and



Kolmos (2003) และสมรรถนะการศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาได้ค่อนข้างช้าในวงจรที่ 1 และ 2 แต่มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นชัดเจนในวงจรที่ 3 ส่วนใหญ่นักเรียนอยู่ในระดับดี สอดคล้องกับ Uluçmar (2023) และ Khairrunisa et al. (2025) อธิบายว่าสมรรถนะนี้ต้องอาศัยทักษะการคิดขั้นสูง การสะท้อนคิด และการวิเคราะห์ความถูกต้องของข้อมูลเพื่อใช้ในการตัดสินใจ ซึ่งต้องใช้เวลาในการฝึกฝน อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลเชิงบวกอย่างมากต่อการพัฒนาการคิดเชิงวิพากษ์และการตัดสินใจแก้ปัญหา (Ramadhan & Mardin 2023)

นอกจากนี้ผู้วิจัยค้นพบแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถอภิปราย 3 ประเด็นสำคัญ ดังนี้

ในการกำหนดกรอบคำถามจากการสังเกตปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ช่วยสนับสนุนให้นักเรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ได้ดี โดยนักเรียนมีการใช้ประสบการณ์เดิมที่นักเรียนเคยเรียนรู้ผ่านการเชื่อมโยงกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยอื่นที่มีความสอดคล้องบางส่วนของ Etherington (2011) และ Priyamvada (2018) ระบุว่า การให้นักเรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์จากการสังเกตปรากฏการณ์ที่พบเห็นจริงจากการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ ใฝ่รู้ และสามารถพัฒนาการตั้งคำถามที่นำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ได้อย่างเป็นระบบ งานวิจัยของ Chen et al. (2017) กล่าวว่า ครูได้มีการตั้งคำถามไม่เพียงแต่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นเจ้าของการเรียนรู้ของตนแล้ว การตั้งคำถามยังช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการตอบสนองทางปัญญาที่สูงขึ้น แต่งานวิจัยไม่ได้กล่าวถึงการใช้กรอบคำถามของครูเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยจากการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความแตกต่างกัน โดยนักเรียนเป็นผู้ตั้งคำถามด้วยตนเองจากการทำกิจกรรม ซึ่งเหมาะสมกับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาที่นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นครูจึงต้องสร้างกรอบคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ได้เหมาะสมเป็นพื้นฐานในระดับประถมศึกษา เมื่อพิจารณาคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนตั้งขึ้นจากการกำหนดกรอบคำถาม ซึ่งมีส่วนช่วยสนับสนุนในการสร้างแรงจูงใจของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเชื่อมโยงความรู้ใหม่ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้การตั้งคำถามที่สามารถทดสอบได้จากการค้นพบโดยตรง ไม่ใช่เพียงคำถามเพื่อให้นักเรียนสังเกตเท่านั้น แต่สามารถนำไปสู่การสร้างสมมติฐานโดยการคาดคะเนคำตอบที่ได้จากการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น มีความถูกต้องและเหตุผลที่เพียงพอสามารถเชื่อมโยงกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ คำถามที่นักเรียนสงสัยจึงเป็นจุดเริ่มต้นให้นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นำไปสู่การตั้งสมมติฐานและการวางแผนการทดลองอย่างมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับ Chin and Osborne (2008) ที่ระบุว่า การตั้งคำถามเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาสมรรถนะการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

การใช้คำถามชี้มนักเรียนให้เกิดความสงสัยเพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการตั้งคำถามระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสงสัย โดยกระตุ้นให้นักเรียนใช้กลยุทธ์การคิดเชิงลึก มีส่วนช่วยกระตุ้นนักเรียนให้เกิดการตั้งคำถามที่หลากหลายซึ่งเป็นคำถามที่นักเรียนสงสัยใคร่รู้ สร้างคำอธิบาย และเสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้เกิดการสนทนาในระดับความคิดที่



สูงขึ้น ช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความคิดและเรียนรู้จากข้อผิดพลาดผ่านการลงมือปฏิบัติจริงในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณางานวิจัยที่มีความเชื่อมโยงและสอดคล้องกับสมรรถนะการออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องการจัดกิจกรรมเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เปรียบเทียบ และตรวจสอบหลักฐานที่นักเรียนค้นพบร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม (Singh & Yaduvanshi, 2015) สามารถอธิบายและพิสูจน์ได้จากการตอบคำถามโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ (Lin et al., 2012) ทำให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ที่ได้ค้นพบเป็นการเรียนรู้เชิงลึกที่ทรงคุณค่าสำหรับนักเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีสร้างสรรค์ทางสังคมของ Vygotsky และงานวิจัยของ Singh and Yaduvanshi (2015) ที่พบว่า ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมช่วยขยายขอบเขตการเรียนรู้ของนักเรียนมากขึ้น นอกจากนี้ การให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และสร้างบรรยากาศที่ปลอดภัยทางวิชาการ ยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (Hmelo-Silver & Eberbach, 2012; Kotsis, 2024) ช่วยให้นักเรียนพัฒนาสมรรถนะการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ค้นพบว่านักเรียนได้ร่วมมือกันทำกิจกรรมโดยใช้หลักฐานเพื่อตรวจสอบคำตอบและแก้ไขความคิดของตนผ่านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การเสริมสร้างการให้เหตุผลด้วยกรอบแนวคิด CER และการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ การนำกรอบแนวคิด CER มาใช้ร่วมกับกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนใช้หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ดีช่วยทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเชิงลึกและมีทักษะการคิดวิพากษ์ นอกจากนี้จากแนวปฏิบัติที่ดีที่ค้นพบในระดับประถมศึกษาที่มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wangmo et al. (2025) อธิบายว่า การใช้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ CER เป็นกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพในการสอนแนวคิดทางเคมี และการเขียนทางวิทยาศาสตร์มีส่วนสำคัญที่มีผลต่อการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นเครื่องมือในการสนับสนุนให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ การใช้หลักฐานและเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างในการอภิปรายร่วมกัน สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ได้อธิบายกรอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ช่วยให้นักเรียนสร้างความหมายและแสดงความเข้าใจของตนเองได้ดีขึ้น (McNeill et al., 2006) ระหว่างการทำกิจกรรมนักเรียนมีการใช้หลักฐานในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยพิจารณาความถูกต้องของหลักฐานที่นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น มีการสื่อสาร แลกเปลี่ยนข้อมูล ตรวจสอบ และปรับความเข้าใจของตนใหม่ โดยอาศัยความรู้และความเข้าใจของสมาชิกคนอื่นในกลุ่ม (Singh & Yaduvanshi, 2015) เมื่อนักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทำให้ค้นพบความรู้ใหม่จากการโต้แย้ง ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลในการตัดสินใจเพื่อเสนอคำตอบของตนเอง ทั้งนี้การใช้หลักฐานก็มีความสำคัญในการสนับสนุนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Faize et al., 2018) อย่างไรก็ตาม การโต้แย้งที่มีคุณภาพจำเป็นต้องอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมที่เพียงพอ เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างข้อสรุปที่น่าเชื่อถือได้ (Osborne et al., 2004)



อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้มีข้อจำกัดบางประการ กล่าวคือ กลุ่มที่ศึกษามีขนาดเล็กและจำกัดอยู่เพียงห้องเรียนเดียว ไม่มีกลุ่มควบคุม จึงไม่อาจยืนยันได้อย่างชัดเจนว่านักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพียงปัจจัยเดียว นอกจากนี้ บริบทของสถานศึกษา ซึ่งเป็นโรงเรียนขยายโอกาสในชนบท รวมถึงบทบาทของผู้วิจัยในฐานะครูประถมศึกษา ล้วนเป็นปัจจัยที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาเฉพาะที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาจริงใกล้ตัวนักเรียน ส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถเก็บข้อมูลเชิงลึกของนักเรียนที่เป็นกลุ่มที่ศึกษามีขนาดเล็กทั้งในระดับรายบุคคลและภาพรวมของพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนได้อย่างใกล้ชิด แม้ลักษณะดังกล่าวมีความสอดคล้องกับบริบทของชั้นเรียนที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แต่ก็มีข้อจำกัดในด้านการขยายผลหรือสรุปอ้างอิงผลที่มีขนาดใหญ่

นอกจากนี้สะท้อนให้เห็นว่าแนวปฏิบัติที่ดีที่ค้นพบจากการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทอื่นได้ในระดับหนึ่ง โดยเฉพาะในชั้นเรียนระดับประถมศึกษาที่มุ่งพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานเพื่อต่อยอดสู่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง ทั้งนี้การนำคำถามมาเพื่อเชื่อมโยงประสบการณ์จริงของผู้เรียน การส่งเสริมความร่วมมือผ่านปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การชี้แนะอย่างเหมาะสมของครู และการใช้กรอบแนวคิด CER เพื่อสนับสนุนการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูสามารถนำไปประยุกต์และปรับใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่มีการเชื่อมโยงการจัดการเรียนรู้ได้ในบริบทที่หลากหลาย ทั้งในโรงเรียนขนาดเล็ก โรงเรียนทั่วไป และโรงเรียนที่มีความพร้อมด้านทรัพยากรและบุคลากร อย่างไรก็ตาม การนำแนวปฏิบัติดังกล่าวไปใช้ ครูควรคำนึงถึงความแตกต่างของช่วงวัยและพื้นฐานของนักเรียนเป็นสำคัญ รวมถึงบรรยากาศ สภาพชั้นเรียน เวลาเรียน ความพร้อมของสื่อและทรัพยากร ตลอดจนบทบาทของครูในการออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมกับสภาพความต้องการของนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับประถมศึกษาต้องใช้เวลาเพียงพอและเหมาะสมในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยเฉพาะการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ในขั้นนำนักเรียนเข้าสู่ปัญหา ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจปัญหาเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา ครูควรใช้สถานการณ์ใกล้ตัว ภาพ วิดีโอ หรือการสาธิตการทดลองระหว่างการจัดกิจกรรม เพื่อกระตุ้นความสงสัยของนักเรียน แล้วใช้คำถามชี้แนะ “เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น เกิดขึ้นได้อย่างไร ตรวจสอบได้หรือไม่ อย่างไร” คำถามที่ชวนสงสัยช่วยสนับสนุนให้นักเรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น นอกจากนี้การออกแบบการทดลอง และการตรวจสอบคำตอบ ครูควรให้แนวทางและการช่วยเหลืออย่างเหมาะสมอย่างต่อเนื่องจากการสาธิตระหว่างทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจพื้นฐานของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี



1.2 ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะสมรรถนะด้านการศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะขั้นสูงที่ต้องอาศัยพื้นฐานจากการอธิบายปรากฏการณ์และการออกแบบการสืบเสาะ ครูจึงควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสืบเสาะด้วยตนเองเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ผ่านการลองผิดลองถูก ค้นหาคำตอบ โดยระหว่างการทำกิจกรรมครูสามารถใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนมีการประเมินหลักฐานที่นักเรียนค้นพบและให้เหตุผล ซึ่งช่วยสนับสนุนข้อกล่าวอ้างและตัดสินใจแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างทักษะการกำกับความคิดของตนเองร่วมกับสมรรถนะด้านการศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ เพราะผู้เรียนต้องใช้ความสามารถในการแยกแยะข้อมูล ประเมินหลักฐาน และให้เหตุผลอย่างเป็นระบบ การส่งเสริมทักษะกำกับความคิดจะช่วยให้ผู้เรียนควบคุมกระบวนการคิดของตนเองได้ดีขึ้น และพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 ควรมีการขยายผลการศึกษานวปฏิบัติที่ดีของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สถานะของสาร และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแยกสารเนื้อผสม ซึ่งเป็นเนื้อหาที่สามารถเชื่อมโยงกับสถานการณ์การแก้ปัญหาเกี่ยวกับสารในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้ เพื่อศึกษาว่าแนวปฏิบัติที่ดีดังกล่าวมีผลต่อแนวโน้มการพัฒนาระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ การศึกษาขยายผลในลักษณะนี้จะช่วยสนับสนุนให้ครูได้วิเคราะห์ความเหมาะสมของการออกแบบสถานการณ์ปัญหา การใช้คำถามกระตุ้นการคิดระหว่างการจัดกิจกรรม ตลอดจนการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง และทำงานร่วมกัน ซึ่งล้วนเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถต่อยอดไปสู่ระดับมัธยมศึกษาได้ นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับพัฒนาการของผู้เรียนตามช่วงวัยในระดับประถมศึกษาตอนปลาย และนำไปสู่การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและต่อเนื่อง

รายการอ้างอิง

- กนิษฐกานต์ เบญจพลารณ์. (2561). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2566). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 2). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- อาภา ผดุงเวียง และน้ำเพชร นาสารีย์. (2568). การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ร่วมกับปัญหาเป็นฐาน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 36(1), 15–28.



- Arends, R. I. (2012). *Learning to teach* (9th ed.). McGraw-Hill.
- Baqy, I., Purwoko, A. A., Savalas, L. R. T., & Doyan, A. (2025). Trends in research on Problem-based Learning (PBL) model in enhancing scientific literacy. *Current Education Review*, 1(3), 131–141.
- Chen, Y.-C., Hand, B., & Norton-Meier, L. (2017). Teacher roles of questioning in early elementary science classrooms: A framework promoting student cognitive complexities in argumentation. *Research in Science Education*, 47, 373–405.
- Chin, C., & Osborne, J. (2008). Students' questions: A potential resource for teaching and learning science. *Studies in Science Education*, 44(1), 1–39.
- Etherington, M. B. (2011). Investigative primary science: A Problem-based Learning approach. *Australian Journal of Teacher Education*, 36(9), 53–74.
- Faize, F. A., Husain, W., & Nisar, F. (2018). A critical review of scientific argumentation in science education. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 475–483.
- Graaff, E. D., & Kolmos, A. (2003). Characteristics of Problem-based Learning. *International Journal of Engineering Education*, 19, 657–662.
- Hendratmoko, A.F., Madlazim, M., Widodo, W., Suyono, S., & Supardi, Z.A.I. (2024). Inquiry and debate in science learning: Potential strategy for improving students' scientific argumentation skills. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST)*, 12(1), 114–138.
- Hmelo-Silver, C. E., & Eberbach, C. (2012). Learning theories and Problem-based Learning. In S. Bridges, C. McGrath, & T. Whitehill (Eds.). *Researching Problem-based Learning in clinical education: The next generation* (pp. 3-17). Springer.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The action research planner* (3rd ed.). Deakin University Press.
- Khairrunisa, A. N., Yusup, I. R., & Paujiah, E. (2025). Improving students' scientific literacy through a Problem-based Learning model integrated with socio-scientific issues on ecosystem learning. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 18(2), 276–289.
- Kotsis, K. T. (2024). The significance of experiments in inquiry-based science teaching. *European Journal of Education and Pedagogy*, 5(2), 86-92.
- Laksmi, M. L., Sari, D. P., Rinanto, Y., & Sapartini, R. R. (2021). Implementation of Problem-based Learning to increase scientific explanation skill in biology learning about the environment. *Journal of Learning for Development*, 8(3), 532–540.
- Lin, T.-C., Hsu, Y.-S., Lin, S.-S., Changlai, M.-L., Yang, K.-Y., & Lai, T.-L. (2012). A review of empirical evidence on scaffolding for science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10, 437–455.



- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153–191.
- Nainggolan, V. A., Situmorang, R. P., & Hastuti, S. P. (2021). Learning Bryophyta: Improving students' scientific literacy through Problem-based Learning. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 7(1), 71–82.
- Nurhairani, Rozi, F., & Prawijaya, S. (2019). The development of Problem-based Learning model with scientific literacy approach in elementary school. In *Proceedings of the 1st International Conference on Social Sciences and Interdisciplinary Studies (ICSSIS 2018)* (pp. 230–233). Atlantis Press.
- OECD. (2019). *OECD learning compass 2030: A series of concept notes*. OECD Publishing.
- OECD. (2023). *PISA 2025 science framework (draft)*. OECD Publishing.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020.
- Priyamvada, S. (2018). Exploring the constructivist approach in education: theory, practice, and implications. *International Journal of Research and Analytical Reviews (IJRAR)*, 5(2), 716–725.
- Ramadhan, A., & Mardin, S. (2023). Problem-based Learning: Improving critical thinking abilities, science literacy and students' independence in biology. *International Journal of Science and Research Archive*, 10(2), 772–779.
- Roy, G., Sikder, S. & Danaia, L. (2025). Adopting scientific literacy in early years from empirical studies on formal education: A systematic review of the literature. *International Journal of STEM Education*, 12(1), 1–24.
- Sarah, A. R., & Astriani, D. (2024). Improving students' science literacy competencies on Earth and its satellites through structured inquiry learning. *PENSA E-Jurnal: Pendidikan Sains*, 12(1), 32–37.
- Singh, S., & Yaduvanshi, S. (2015). Constructivism in science classroom: Why and how. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5(3), 1–5.
- Suhrman, S., & Khotimah, H. (2020). The effects of Problem-based Learning on critical thinking skills and student science literacy. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 8(1), 31–38.
- Surya, Y. F., Atmoko, A., Nusantara, T., Masfufha, A., & Sumianto (2025). The effectiveness of Problem-based Learning in enhancing reflective-critical thinking skills of elementary school students in science learning. *Journal of Integrated Elementary Education*, 5(2), 323–338.
- Uluçmar, U. (2023). The effect of Problem-based Learning in science education on academic achievement: A meta-analytical study. *Science Education International*, 34(2), 72–85.
- Wangmo, R., Giri, N., Ghalley, L. R., Jamtsho, Y., & Zangmo, T. (2025). Using of Claim, Evidence, and Reasoning strategy in scientific explanation and argumentative writing skills of grade nine Chemistry students. *Journal of Pedagogical Sociology and Psychology*, 7(4), 19–43.