JOURNAL OF EDUCATION AND INNOVATION

Journal of Education and Innovation
Vol. 28, No. 1, January - March 2026, 290036
ISSN: 3027-7019 (Online), DOI: 10.71185/jeiejournals.v28i1.290036

Research Article

THE DEVELOPMENT OF COLLABORATIVE PROBLEM-SOLVING COMPETENCY AND ANALYTICAL THINKING ABILITY THROUGH PROBLEM-BASED LEARNING ON THE TOPIC OF SOLUTIONS FOR GRADE 8 STUDENTS AT SAINAMPEUNG SCHOOL

การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสายน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์ฯ

Received: November 14, 2025 **Revised:** December 22, 2025 **Accepted:** January 6, 2026

Vatinee Rungsang [1*] Jurarat Thammaprateep[2] and Duongdearn Suwanjinda[3]
วาทินี รุ่งแสง[1*] จุฬารัตน์ ธรรมประทีป[2] และดวงเดือน สุวรรณจินดา[3]

[1,2,3]Sukhothai Thammathirat Open University
[1,2,3]มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

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

Abstract

The purposes of this action research were 1) to study best practices in Problem-Based Learning (PBL) on the topic of Solutions that enhance Collaborative Problem-Solving (CPS) competency and Analytical Thinking (AT) ability. 2) to develop CPS competency and AT ability of Grade 8 at Sainampeung School through Problem-Based Learning. The target group consisted of 38 grade 8 students selected by purposive sampling. The research instruments included problem-based learning lesson plans, a CPS competency test, an AT ability test, a CPS competency assessment form, a reflective journals and activity worksheets. Qualitative data were analyzed using content analysis while quantitative data were analyzed using frequency and percentage. The research results revealed that: 1) the best practices included (1) having students read the problem situation, identify key issues, and writie an individual conclusion before sharing in groups, which promoted problem identification aligned with the situation; (2) using guiding questions related to required knowledge and summarize them in a fishbone diagram, which enhanced problem understanding and led to effective problem-solving design; (3) using guiding questions and providing feedback along with writing summaries on the board during problem-solving design process, which supported students in planning appropriate actions to solve the problem; and (4) exchanging learning outcomes by recording problem-solving results in a table instead of presenting in front

of the class, which facilitated which facilitated the synthesis of problem-solving conclusions. 2) The results of developing CPS competency and AT skills indicated positive improvement in both skills, as evidenced by pre- and post-tests. After the implementation of problem-based learning, 26.32% of students demonstrated a high level of collaborative problem-solving competence, whereas no students were found at this level prior to the intervention. When considering each competency (Establishing and Maintaining Shared Understanding, Taking Appropriate Action to Solve the Problem and Establishing and Maintaining Team Organization) the number of students at the high level increased in all areas. In addition, students' analytical thinking ability showed a marked improvement, with 81.58% of students reaching a high level after the intervention. Analysis of each component (importance, relationships and principles) revealed that students achieved a high level of analytical thinking across all components.

Keywords: Collaborative Problem-Solving Competency, Analytical Thinking Abilities, Problem-Based Learning

บทคัดย่อ

งานวิจัยปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย ที่สามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 2) พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสายน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์ฯ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 38 คน เลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน แบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ แบบบันทึกอนุทิน และใบกิจกรรม วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์เนื้อหา วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณใช้ความถี่และร้อยละ ผลการวิจัย พบว่า 1) แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ได้แก่ (1) การอ่านสถานการณ์ปัญหาพร้อมจับประเด็นสำคัญและเขียนข้อสรุปเป็นรายบุคคลก่อนแบ่งปันในกลุ่ม ช่วยส่งเสริมการกำหนดปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ (2) การใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องรู้และสรุปบนแผนภูมิก้างปลาช่วยส่งเสริมการทำความเข้าใจปัญหา นำไปสู่การออกแบบการแก้ปัญหา (3) การใช้คำถามนำและให้ข้อเสนอแนะพร้อมเขียนกระดานสรุปในระหว่างการออกแบบการแก้ปัญหาช่วยให้ออกแบบสิ่งที่ต้องทำเพื่อแก้ปัญหาได้ และ (4) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลการแก้ปัญหาโดยบันทึกลงในตารางแทนการนำเสนอหน้าชั้นเรียนช่วยให้ได้ข้อสรุปการแก้ปัญหา และ 2) ผลการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและความสามารถในการคิดวิเคราะห์พบว่าทั้งสองทักษะมีผลการพัฒนาในทิศทางที่ดีขึ้น โดยพิจารณาจากแบบวัดก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูงคิดเป็นร้อยละ 26.32 ขณะที่ก่อนเรียนไม่พบนักเรียนในระดับดังกล่าว เมื่อพิจารณาในแต่ละสมรรถนะ ได้แก่ การสร้างและรักษาความเข้าใจ การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสม และการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม พบว่าทุกสมรรถนะมีจำนวนนักเรียนในระดับสูงเพิ่มขึ้น และนักเรียนมีระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้นอย่างชัดเจน โดยหลังการจัดการเรียนรู้มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง ร้อยละ 81.58 เมื่อวิเคราะห์ในแต่ละองค์ประกอบ ได้แก่ ความสำคัญ ความสัมพันธ์ และเชิงหลักการ พบว่านักเรียนมีระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับสูง

คำสำคัญ: สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน

บทนำ (Introduction)

สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เป็นสมรรถนะที่สำคัญในการทำงานและการแก้ปัญหา เนื่องจากการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ มักเกิดจากการทำงานเป็นทีม อาศัยการสื่อสาร การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการคิดวิเคราะห์ร่วมกัน เพื่อสามารถเข้าถึงปัญหาโดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล ตลอดจนร่วมกันแก้ปัญหาได้เหมาะสม (Organization for Economic Cooperation (OCED), 2017) และการคิดวิเคราะห์ เป็นการคิดอย่างตั้งใจและมีเหตุผล โดยการแยกแยะ สิ่งต่าง ๆ เหตุการณ์ ปัญหา หรือสารสนเทศต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อยหรือองค์ประกอบที่สำคัญ และมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น สามารถระบุสาเหตุ หลักการ และนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการตีความ หาข้อสรุปที่ถูกต้อง เหมาะสม และตัดสินใจได้ (Bloom, 1956) ซึ่งช่วยส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจ การแก้ปัญหา การประเมินสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยความสมเหตุสมผล (Chareonwongsak, 2006)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการ ให้ความสำคัญกับการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการคิด การแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อให้สามารถเผชิญและจัดการกับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีคุณภาพและสร้างสรรค์ (Ministry of Education, 2008) แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ซึ่งทั้ง 2 ตัวแปร มีความสัมพันธ์กันภายใต้แนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Constructivism) ซึ่งการเรียนรู้เกิดจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน (Wood, Bruner & Ross, 1976) และทฤษฎีสังคมวัฒนธรรม (Sociocultural Theory) ที่ชี้ให้เห็นว่าการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมช่วยส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดที่ซับซ้อน โดยผู้เรียนสามารถพัฒนาศักยภาพได้สูงกว่าการเรียนรู้ด้วยตนเองเพียงลำพัง (Zone of Proximal Development: ZPD) (Vygotsky, 1978) การคิดวิเคราะห์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถตีความข้อมูล ทำความเข้าใจปัญหา จัดลำดับขั้นตอน และประเมินวิธีแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผล ในขณะที่การแก้ปัญหาแบบร่วมมือเป็นการเปิดโอกาสให้ได้ใช้ทักษะดังกล่าวร่วมกับผู้อื่นในการแก้ปัญหา ดังนั้น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือควรได้รับการพัฒนาไปพร้อมกัน

ผู้วิจัยมีโอกาสได้ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูจำนวน 1 ปีการศึกษา ผลการสังเกตเมื่อจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม พบว่าไม่ค่อยให้ความร่วมมือกับสมาชิกกลุ่ม ไม่ค่อยสื่อสาร ต้องคอยกระตุ้นอยู่เสมอ แต่เพื่อหาหลักฐานเชิงประจักษ์ของพฤติกรรมดังกล่าวของนักเรียน จึงได้ทำวิจัยเชิงสำรวจในชั้นเรียนในระหว่างฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู พบว่านักเรียนมีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับปานกลางถึงในระดับต่ำ นักเรียนไม่ค่อยสื่อสารกันในกลุ่ม ขาดการระดมความคิด การวิเคราะห์ปัญหาร่วมกัน การตกลงกันภายในกลุ่มให้มีคำตอบเป็นไปในแนวทางเดียวกัน ซึ่งลักษณะการทำงานไม่ได้รับความร่วมมือจากสมาชิกในกลุ่มมากเท่าที่ควร พฤติกรรมดังกล่าวนี้สะท้อนถึงการขาดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดวิเคราะห์มีความสำคัญสำหรับการแก้ปัญหา ใช้ในการร่วมกันคิดวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ความสำคัญถึงสิ่งที่ต้องทำให้เป็นลำดับขั้นตอน วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหา และวิเคราะห์หลักการของวิธีการแก้ปัญหา เพื่อตัดสินใจร่วมกันกับสมาชิกกลุ่มในการแก้ปัญหา (Nakphong, 2021)

จากการศึกษาผลการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015 พบว่า นักเรียนไทยส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 ซึ่งเป็นระดับต่ำสุด แสดงถึง ความสามารถในการทำงานเป็นกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาที่ไม่ซับซ้อน ให้ข้อมูลตามที่ร้องขอและปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ได้เมื่อได้รับการกระตุ้น เน้นเฉพาะงานที่เป็นหน้าที่ในส่วนของตนเอง (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), 2020) และผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET) ปีการศึกษา 2566 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสายน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์ฯ ที่ผ่านมา ซึ่งข้อสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 50 ผู้วิจัยจึงมีความต้องปรับปรุงและหาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ของตนเองและพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน

งานวิจัยที่ผ่านมา (เช่น Naboonmee, 2017; Seetao, 2020) ชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem–based Learning, PBL) สามารถพัฒนาสมรรถะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานที่สามารถพัฒนาทักษะทั้งสองด้านนี้ให้เกิดขึ้นพร้อมกันได้อย่างบูรณาการ เพื่อตอบคำถามวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบปัยหาเป็นฐานที่อ้างอิงตามขั้นตอนของสำนักเลขาธิการสภาการศึกษา (Office of the Education Council, 2007) ซึ่งความชัดเจนของแต่ละขั้นตอนทำให้สามารถวิเคราะห์การพัฒนาทักษะทั้งสองได้อย่างแม่นยำ นอกจากนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการทดลองและปฏิบัติการแก้ปัญหา เรื่อง สารละลาย เนื่องจากบริบทดังกล่าวเป็นเนื้อหาที่ต้องอาศัยทั้งกระบวนการคิดวิเคราะห์ในการวางแผนทดลองและการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อดำเนินการและสรุปผล ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสายน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์ฯ เพื่อค้นพบแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานที่พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

วัตถุประสงค์ (Objectives)

1. เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย ที่พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสายน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์ฯ โดยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย

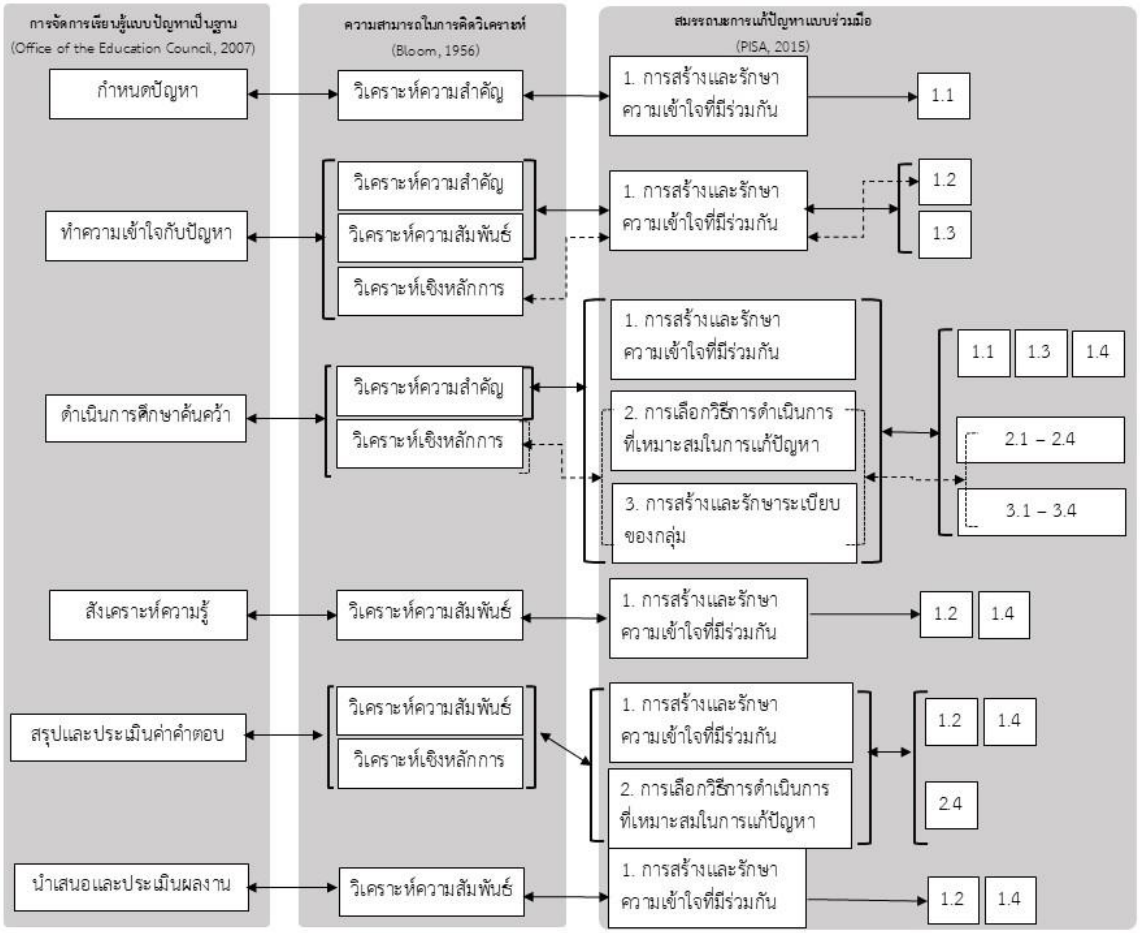
กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Framework)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ที่เชื่อมโยงกับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนการปฏิบัติการวิจัย ดัง Figure 1 แผนภาพกรอบแนวคิดนี้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานกับการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานทำหน้าที่เป็นกระบวนการหลักที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเผชิญสถานการณ์ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูล แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสะท้อนผลการเรียนรู้ ซึ่งเอื้อต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ ความสัมพันธ์ และเชิงหลักการ ควบคู่กับการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ได้แก่ การสร้างความเข้าใจร่วม การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสม และการสร้างระเบียบของกลุ่ม ซึ่งทั้งสองมีความสัมพันธ์และพัฒนาไปพร้อมกันอย่างบูรณาการตลอดกระบวนการจัดการเรียนรู้

Figure 1

The conceptual framework of problem-based learning for developing collaborative problem-solving competency and analytical thinking ability

กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานที่พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและความสามารถในการคิดวิเคราะห์



องค์ประกอบของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

1.1 การค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม

1.2 การแบ่งปันข้อมูลและเจรจาตกลงเพื่อทำความเข้าใจปัญหา

1.3 การสื่อสารกับสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับงานที่ต้องทำหรืองานที่กำลังลงมือทำ

1.4 การติดตาม ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจที่มีร่วมกันของสมาชิกในกลุ่ม

2.1 การคนพบรูปแบบการมีปฏิสัมพันธในการทำงานรวมกันเพื่อแกปญหาตามเป้าหมาย

2.2 การระบุงานและอธิบายลักษณะของงานที่จะตองทำใหสำเร็จ

2.3 การวางแผนการปฏิบัติงานและลงมือปฏิบัติตามแผน

2.4 การติดตามผลของการปฏิบัติงานและประเมินความสำเร็จในการแกปญหา

3.1 การเขาใจบทบาทหนาที่ของตนเองและสมาชิกในกลุมในการแกปญหา

3.2 การอธิบายบทบาทหนาที่และการจัดระเบียบของกลุมตามที่ตกลงไว

3.3 การทำตามบทบาทหนาที่ที่ตกลงกันไว

3.4 การติดตาม ใหขอเสนอแนะ ปรับเปลี่ยนระเบียบและบทบาท

วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการ ตามแนวคิด Kemmis and McTaggart (1988) ทำซ้ำเป็นวงจร ทั้งหมด 3 วงจร ปฏิบัติการ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และ ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) เพื่อให้เก็บข้อมูลได้ครบทุกองค์ประกอบของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเพื่อนำมาพัฒนาต่อในวงจรปฏิบัติการต่อไป

1.1 ขั้นวางแผน ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และการจัดการเรียนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน วิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อกำหนดเนื้อหาที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน และวางแผนการเก็บข้อมูล

1.2 ขั้นปฏิบัติการ นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีการบันทึกวีดิทัศน์เพื่อช่วยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรม และมีการเขียนบันทึกอนุทินหลังสอนถึงผลการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป

1.3 ขั้นสังเกต ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนและการจัดการเรียนรู้ของตนเองในขณะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทุกคาบเรียน รวมถึงเก็บแบบใบกิจกรรมของนักเรียนมาวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้เพื่อสะท้อนคิดในขั้นถัดไป

1.4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ ผู้วิจัยนำข้อมูลจากขั้นสังเกต ใบกิจกรรม แบบบันทึกอนุทิน แบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ มาสะท้อนผลการปฏิบัติเพื่อปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไปจนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้

2. กลุ่มศึกษา

นักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 38 คน (1 ห้องเรียน) ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยได้รับผิดชอบในการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ 3 และผู้วิจัยมีเป้าหมายในการปรับปรุงการจัดการเรียนเรียนรู้ของผู้วิจัยพร้อมกับการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย ประกอบด้วย 1) เรื่อง องค์ประกอบของสารละลาย 2) เรื่อง สภาพละลายได้และปัจจัยที่มีผลต่อสภาพละลายได้ และ 3) เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ แผนละ 6 ชั่วโมง รวม 18 ชั่วโมง เป็นกรอบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อสังเคราะห์แนวปฏิบัติที่ดี และเพื่อให้เกิดการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย เทียบกับเกณฑ์การพิจารณา ซึ่งทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ย ระหว่าง 4.33 - 5.00 หมายถึง เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมมากถึงมากที่สุด

3.2 แบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ตามกรอบ PISA 2015 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน โดยกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง สารละลาย มีทั้งหมด 12 ข้อ ตอบแบบอัตนัย แบ่งเป็น 1) การกำหนดและรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน จำนวน 4 ข้อ 2) การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา จำนวน 4 ข้อ และ 3) การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม จำนวน 4 ข้อ และกำหนดเกณฑ์การประเมินเป็นระดับคะแนน 3 ระดับ ได้แก่ ระดับสูง

กลาง ต่ำคะแนนเต็ม 36 คะแนน เพื่อใช้วัดและจัดกลุ่มระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนเป็นรายบุคคล ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.0

3.3 แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (Bloom, 1956) เรื่อง สารละลาย ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน จำนวน 18 ข้อ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก แบ่งเป็น 1) การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ จำนวน 6 ข้อ 2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ จำนวน 6 ข้อ และ 3) การวิเคราะห์เชิงหลักการ จำนวน 6 ข้อ และกำหนดเกณฑ์การประเมินเป็นช่วงคะแนนและระดับคุณภาพ 3 ระดับ ได้แก่ สูง กลาง ต่ำ เพื่อใช้วัดและจัดกลุ่มระดับระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00

3.4 แบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ใช้ประเมินในระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน มีลักษณะกึ่งโครงสร้าง คือ มีรายการ (Checklist) เป็นระดับคะแนน 3 ระดับ และเขียนบรรยายพฤติกรรมที่สังเกตได้ เพื่อสะท้อนถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.33 – 5.00

3.5 แบบบันทึกอนุทินสะท้อนคิดของครู ใช้บันทึกผลการจัดการเรียนรู้และพฤติกรรมของนักเรียนที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนรู้ เพื่อสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3.6 ใบกิจกรรม ประกอบด้วย เรื่อง องค์ประกอบของสารละลาย สภาพละลายได้และปัจจัยที่มีผลต่อสภาพละลายได้ และความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ พื่อสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

Table 1

Data Collection Procedures

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอน	กิจกรรม	เครื่องมือที่ใช้	วิธีการเก็บข้อมูล
4.1 ทดสอบก่อนเรียน	นักเรียนทำแบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนการจัดการเรียนรู้	(1) แบบวัดสมรรถนะแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (2) แบบวัดการคิดวิเคราะห์	การทำแบบวัดก่อนเรียน
4.2 จัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กำหนดปัญหา 2) ทำความเข้าใจกับปัญหา 3) ดำเนินการศึกษาค้นคว้า 4) สังเคราะห์ความรู้ 5) สรุปและประเมินค่าคำตอบ 6) นำเสนอและประเมินผลงาน	**วงจรปฏิบัติการที่ 1** **Plan:** วางแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง องค์ประกอบของสารละลาย สถานการณ์ปัญหา: สารละลาย **Act:** จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผน **Observe:** สังเกตพฤติกรรมนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ **Reflect:** สะท้อนผลการจัดกิจกรรมเพื่อปรับปรุงหรือทำซ้ำในวงจรถัดไป	(1) ใบกิจกรรม (2) แบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (3) แบบบันทึกอนุทินสะท้อนคิดของครู	- สังเกตพฤตินักเรียนประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและบันทึกในแบบบันทึกอนุทิน - ใบกิจกรรมของนักเรียน

ขั้นตอน	กิจกรรม	เครื่องมือที่ใช้	วิธีการเก็บข้อมูล
	วงจรปฏิบัติการที่ 2 **Plan:** ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้จากผลการสะท้อนในวงจรที่ 1 เรื่อง สภาพละลายได้และปัจจัยที่มีผลต่อสภาพละลายได้ สถานการณ์ปัญหา: ผงสีในลิปสติก **Act:** จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผน **Observe:** สังเกตพฤติกรรมนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ **Reflect:** ะท้อนผลการจัดกิจกรรมเพื่อปรับปรุงหรือทำซ้ำในวงจรถัดไป **วงจรปฏิบัติการที่ 3** **Plan:** ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้จากผลการสะท้อนในวงจรที่ 2 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ สถานการณ์ปัญหา: ปริมาณสารส้มที่เหมาะสมในการตกตะกอน **Act:** จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผน **Observe:** สังเกตพฤติกรรมนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ **Reflect:** สะท้อนผลการจัดกิจกรรมทั้งกระบวนการ		
4.3 ทดสอบหลังเรียน	นักเรียนทำแบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการจัดการเรียนรู้	(1) แบบวัดสมรรถนะแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (2) แบบวัดการคิดวิเคราะห์	การทำแบบวัดหลังเรียน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ใช้สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ

5.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจาก ใบกิจกรรม แบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ แบบบันทึกอนุทินสะท้อนคิดของครู วิเคราะห์โดยวิธีวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) แยกองค์ประกอบ เชื่อมโยง และหาความสัมพันธ์ของข้อมูล

ผลการวิจัย (Results)

1. แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย ที่พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและความสามา-รถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสายน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์ฯ

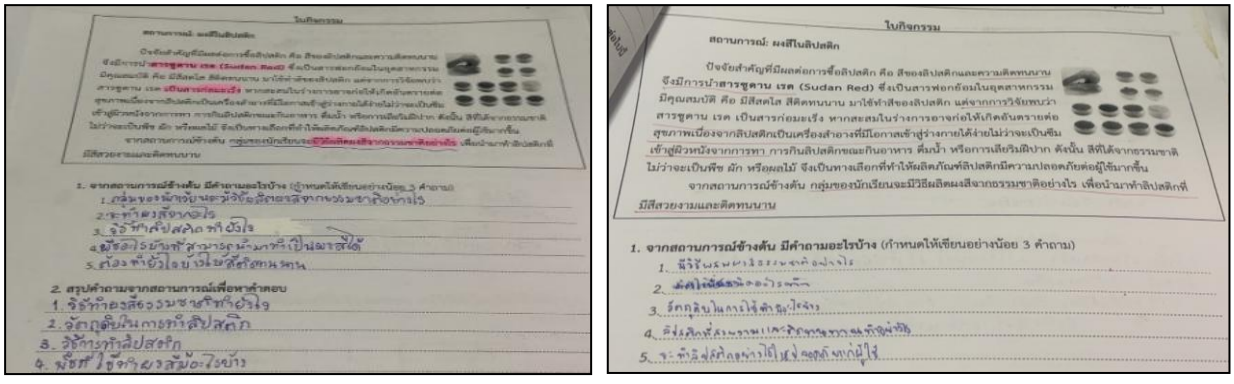
1.1 การอ่านสถานการณ์ปัญหาพร้อมกับการจับประเด็นสำคัญโดยการขีดเส้นใต้ และเขียนข้อสรุปด้วยตนเองเป็นรายบุคคลก่อนการแลกเปลี่ยนกับสมาชิกในกลุ่ม ช่วยส่งเสริมการกำหนดปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้

ในการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับเรื่อง สารละลาย ที่มีลักษณะเป็นบทความบรรยายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันอ่านและช่วยกันกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ อย่างน้อย 3 ปัญหา ในวงจรปฏิบัติการแรกพบว่า นักเรียนให้ความร่วมมือในการอ่าน แต่ไม่สามารถเขียนระบุปัญหาได้ครบตามที่กำหนด ในวงจรปฏิบัติการต่อมาผู้วิจัยจึงร่วมอ่านสถานการณ์ไปพร้อมกับนักเรียน พร้อมใช้คำถามนำกระตุ้นการคิด ได้แก่ สถานการณ์พูดถึงอะไร สถานการณ์ต้องการให้ทำอะไร ให้นักเรียนขีดเส้นใต้สิ่งที่เป็นประเด็นสำคัญนั้น และเขียนบันทึกลงในใบกิจกรรมเป็นข้อสรุปของตนเองก่อน พบว่านักเรียนสามารถจับประเด็นสำคัญจากสถานการณ์และระบุสิ่งที่เป็นประเด็นสำคัญได้ เมื่อเปิดโอกาสให้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่ม พบว่านักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันอย่างกระตือรือร้น ทุกกลุ่มสามารถเขียนข้อสรุปและกำหนดเป็นปัญหาของกลุ่มได้ครบได้ตามที่กำหนด ดังตัวอย่างในภาพที่ 2 ดังนั้น ในขั้นกำหนดปัญหา จึงจำเป็นต้องให้นักเรียนอ่านสถานการณ์เพื่อวิเคราะห์ขีดเส้นใต้ข้อความที่เป็นประเด็นสำคัญ และเชื่อมโยงข้อความที่ขีดเส้นใต้ให้เป็นข้อสรุปของปัญหาด้วยตนเองก่อน เพื่อให้นักเรียนมีข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการแลกเปลี่ยนความคิดกับสมาชิกในกลุ่ม ตกลง และเลือกข้อสรุปปัญหาของกลุ่มตนเองที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ ซึ่งพิจารณาข้อมูลจากใบกิจกรรม แบบบันทึกอนุทินสะท้อนคิดของครู และแบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

Figure 2

Demonstrates the ability to identify key points by underlining and writing complete conclusions as required in Action Cycle 2

แสดงตัวอย่างการจับประเด็นสำคัญโดยการขีดเส้นใต้และเขียนข้อสรุปได้ครบตามที่กำหนด ในวงจรปฏิบัติการที่ 2



1.2 การใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องรู้ให้นักเรียนหาคำตอบและสรุปลงบนแผนภูมิก้างปลาช่วยส่งเสริมการทำความเข้าใจปัญหาและนำไปสู่การออกแบบการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ

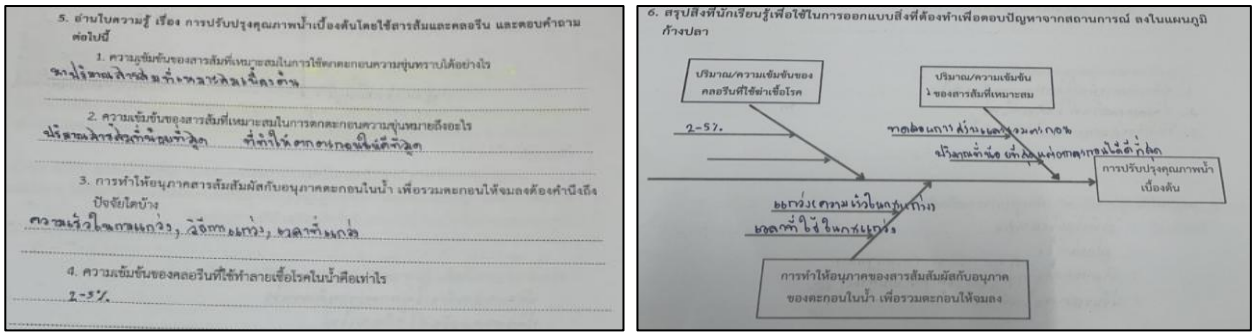
ในการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยกำหนดให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนสิ่งที่ต้องรู้และสิ่งที่ต้องทำเพื่อแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมด้วยตัวเองก่อน จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนต้องรู้ จำนวน 5 ข้อ เพื่อใช้ในการตรวจสอบ

องค์ความรู้และความเข้าใจที่ใช้ในการแก้ปัญหาของนักเรียน เช่น คำถามในการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 3 ความเข้มข้นของสารส้มที่เหมาะสมในการใช้ตกตะกอนความขุ่นทราบได้อย่างไร วิธีทำให้สารส้มตกตะกอนความขุ่นในน้ำได้ดีทำอย่างไร โดยในการหาคำตอบผู้วิจัยได้จัดเตรียมใบความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการตอบคำถาม เป็นแหล่งสืบค้นให้กับนักเรียน เพื่อลดเวลาในการสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูลจากหลายแหล่ง จากการทำกิจกรรมผู้วิจัยพบว่าคำตอบของนักเรียนมีความหลากหลาย ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนสรุปสิ่งที่ต้องรู้และต้องทำผ่านการเติมคำลงในช่องว่างบนแผนภูมิก้างปลาตามหัวข้อที่กำหนด เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สื่อสาร ระดมความคิด เกี่ยวกับสิ่งที่ต้องรู้และต้องทำ ให้เข้าใจไปในทิศทางเดียวกัน เป็นส่งเสริมการทำความเข้าใจปัญหาได้ โดยพิจารณาข้อมูลจากใบกิจกรรม แบบบันทึกอนุทินสะท้อนคิดของครู และแบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

Figure 3

Answering questions and summarizing the required knowledge using a fishbone diagram in Action Cycle 3

การตอบคำถาม และสรุปสิ่งที่ต้องรู้บนแผนภูมิก้างปลา ในวงจรปฏิบัติการที่ 3



1.3 การใช้คำถามนำ ให้ข้อเสนอแนะ และใช้กระดานสรุปในระหว่างการออกแบบวิธีแก้ปัญหา ช่วยให้นักเรียนสามารถออกแบบสิ่งที่ตองทำเพื่อแก้ปัญหาได้

ในการจัดการเรียนรู้ที่ให้ความช่วยเหลือนักเรียน โดยการใช้คำถามนำ เช่น คำถามในการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติที่ 1 การทำน้ำหวานต้องเตรียมวัตถุดิบอะไรบ้าง จะเอามาผสมกันแบบใด ผสมกันในภาชนะใด หรือ คำถามในการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2 จากที่ได้อ่านใบความรู้ วิธีการทำผงสีหรือทำให้ได้สีจากพืชทำอย่างไรได้บ้าง เมื่อได้น้ำสีจากพืชแล้วได้สีไม่เข้มพอจะทำอย่างไรได้บ้าง จะเป็นการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิด มองเห็นสิ่งที่ต้องทำเป็นลำดับขั้นตอน ทั้งนี้ ต้องให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมกับคำตอบของนักเรียน และเขียนสรุปบนกระดาน จะช่วยให้เห็นภาพรวมและเกิดการวางแผนและออกแบบวิธีแก้ปัญหาได้

โดยมีตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังนี้ (แบบบันทึกอนุทินสะท้อนคิดของครู วันที่ 3 กรกฎาคม 2567)

ผู้วิจัย: จากที่ได้อ่านใบความรู้ วิธีการทำผงสีหรือทำให้ได้สีจากพืชทำอย่างไรได้บ้าง

กลุ่มที่ 5: เอาดอกไมมาเด็ดแลวเอามาต้มในน้ำ

กลุ่มที่ 4: เอามาคั้น/ตำ

ผู้วิจัยทบทวนคำตอบของนักเรียนและเขียนสรุปบนกระดานหน้าห้องเรียนเป็นขั้นตอนที่ 1) เตรียมพืชที่จะใช และนำมาทำเปนน้ำสี (ต้ม/คั้น/ตำ) และให้คำแนะนำกับนักเรียนว่าให้นำพืชที่จะใชมาชั่งน้ำหนักและจดปริมาณพืชที่จะใช้ก่อน

ผู้วิจัย: เมื่อได้น้ำสีแล้วจะทำอะไรต่อไปอีก และหากน้ำสีที่ไดไมเขมพอจะทำอย่างไรไดบ้าง

กลุ่มที่ 4: เอาน้ำสีออกมาแล้วเอาไปตากแดดให้แห้งเป็นผงหรือเอาไปอบ

กลุ่มที่ 5: ใส่ดอกไม้ลงไปเพิ่ม

ผู้วิจัยทบทวนคำตอบของนักเรียนและเขียนสรุปบนกระดานหน้าห้องเรียนเป็นขั้นตอนที่ 2) กรองเอาแต น้ำสี และให้คำแนะนำกับนักเรียนกลุ่มที่จะเอามาคั้น/ตำอาจนำมาให้ความร้อน และแนะนำวาจะใชวิธีการระเหยแห่งเพื่อทำให้เป็นผง และเอามาผสมในสารทำลิปสติกตอ โดยเขียนบนกระดานเปนขั้นตอนที่ 3) ระเหยแหงเป็นผง และขั้นตอนที่ 4) ทำลิปสติกสี อีกทั้งนำอุปกรณที่นักเรียนสามารถเลือกใชทำผงสีและทำลิปสติกมาวางไวหนาหอง เพื่อช่วยให้นักเรียนทราบว่าสามารถนำอุปกรณ์ใดมาใช้ได้บ้าง เมื่อใหนักเรียนแตละกลุมออกแบบการทดลอง พบว่านักเรียนเริ่มมีการสื่อสารและระดมความคิดสามารถออกแบบการทดลองได้ โดยพิจารณาข้อมูลจากใบกิจกรรม แบบบันทึกอนุทินสะท้อนคิดของครู และแบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

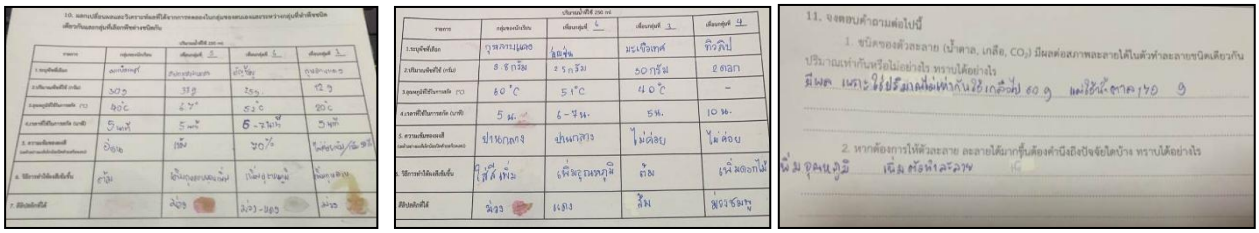
1.4 การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลผลการแก้ปัญหาและตอบคำถามท้ายกิจกรรม ช่วยให้นักเรียนได้ข้อสรุปการแก้ปัญหา

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่ต้องอาศัยข้อมูลที่หลากหลาย เช่น การจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกสร้างสารละลาย 3 ชนิด ได้แก่ น้ำหวาน น้ำเกลือ และน้ำโซดา เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อสภาพละลายได้ โดยเน้นศึกษาปัจจัย ชนิดของตัวละลาย เพื่อให้ได้คำตอบว่าชนิดของตัวละลายมีผลต่อสภาพละลายได้ในตัวทำละลายชนิดเดียวกัน ที่ปริมาณเท่ากัน หรือไม่ อย่างไร ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ะกลุ่มเลือกทำเพียงแค่ 1 ตัวอย่าง เนื่องจาก เวลาในการจัดการเรียนการสอนมีจำกัด จึงอาศัยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้ข้อมูลครบทั้ง 3 ตัวอย่าง ซึ่งในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนแลกเปลี่ยนโดยบันทึกข้อมูลลงในตารางตามหัวข้อที่กำหนด แทนการนำเสนอหน้าชั้นเรียน พบว่า การกำหนดหัวข้อหรือข้อมูลที่นักเรียนต้องใช้ในการแลกเปลี่ยนอย่างชัดเจน ทำให้นักเรียนสามารถสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเพื่อนต่างกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการแลกเปลี่ยนโดยไม่มีกรอบหรือแนวทางที่ชัดเจน นักเรียนจะได้ข้อมูลที่ครบถ้วนและได้เห็นภาพรวมและความแตกต่างของข้อมูลระหว่างกลุ่ม เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมเพื่อให้ได้ข้อสรุปการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องและครบถ้วน ทำให้นักเรียนได้ข้อสรุปการแก้ปัญหาซึ่งพิจารณาข้อมูลจากใบกิจกรรม แบบบันทึกอนุทินสะท้อนคิดของครู และแบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

Figure 4

Demonstrates the ability to record outcomes from information exchange within and between groups, as well as responses to the end-of-activity questions, in Action Cycle 1

แสดงตัวอย่างการบันทึกผลจากการแลกเปลี่ยนข้อมูลในกลุ่มและระหว่างกลุ่มและการตอบคำถามท้ายกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1



2. ผลการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสายน้ำผึ้งในพระอุปถัมภ์ฯ โดยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย

2.1 ผลจากแบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนและหลังการการจัดการเรียนรู้

นักเรียนมีระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ดีขึ้น ก่อนวงจรปฏิบัติการที่ 1 ไม่พบนักเรียนที่มีระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูง แต่หลังวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูง จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 26.32 ดัง Table 2

Table 2

Overview of the number of students at each level of collaborative problem-solving competence based on the assessment administered before the learning management in Action Cycle 1 and after the learning management in Action Cycle 3

ภาพรวมของจำนวนนักเรียนตามระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ จากแบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และหลังการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

การวัด	ระดับคุณภาพ					
	สูง		กลาง		ต่ำ	
	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ
ก่อนวงจรปฏิบัติการที่ 1	0	0.00	23	60.53	15	39.47
หลังวงจรปฏิบัติการที่ 3	10	26.32	24	63.16	4	10.53

เมื่อพิจารณาในแต่ละสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ แยกเป็น 3 สมรรถนะ พบว่า หลังวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนในระดับสูง จำนวนมากขึ้นทั้ง 3 สมรรถนะ แต่เมื่อพิจารณาตามตัวบ่งชี้ทั้ง 12 ตัวบ่งชี้ พบว่า ในองค์ประกอบที่ 1.3) การสื่อสารกับสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับงานที่ต้องทำหรืองานที่กำลังลงมือทำ และ องค์ประกอบที่ 2.1) การค้นพบรูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาตามเป้าหมาย หลังวงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวนนักเรียนที่อยู่ในระดับสูงมีจำนวนเท่าเดิม ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

2.2 ผลจากแบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในระหว่างการจัดการเรียนรู้

นักเรียนมีมีระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ดีขึ้นตามลำดับ โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ไม่พบนักเรียนอยู่ในระดับสูง ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 อยู่ในระดับสูง จำนวน 14 คน และ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีจำนวน 27 คน ดัง Table 3

Table 3

Overview of the number of students at each level of collaborative problem-solving competency based on the collaborative problem-solving assessment conducted during the three action cycles.
ภาพรวมของจำนวนนักเรียนตามระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ จากแบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในระหว่างการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

การประเมิน	ระดับคุณภาพ					
	สูง		กลาง		ต่ำ	
	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ
วงจรปฏิบัติการที่ 1	0	0.00	0	60.53	38	100.00
วงจรปฏิบัติการที่ 2	14	36.84	24	63.16	0	0.00
วงจรปฏิบัติการที่ 3	27	71.05	11	28.95	0	0.00

เมื่อพิจารณาในแต่ละสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ แยกเป็น 3 สมรรถนะ และแยกตามตัวบ่งชี้ทั้ง 12 ตัวบ่งชี้ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งสอดคล้องกับผลจากแบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือหลังการการจัดการเรียนรู้ ยกเว้น ในองค์ประกอบที่ 1.3) การสื่อสารกับสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับงานที่ตองทำหรืองานที่กำลังลงมือทำ และ องค์ประกอบที่ 2.1) การคนพบรูปแบบการมีปฏิสัมพันธในการทำงานรวมกันเพื่อแกปญหาตามเปาหมาย หลังวงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวนนักเรียนที่อยู่ในระดับสูงมีจำนวนเท่าเดิม ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

3. ผลการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสายน้ำผึ้งในพระอุปถัมภ์ฯ โดยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย

นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ดีขึ้น ก่อนวงจรปฏิบัติการที่ 1 ไม่พบนักเรียนในระดับสูง แต่หลังวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า อยู่ในระดับสูง จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 81.58 เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ พบว่า หลังวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูงทุกองค์ประกอบ ซึ่งความสามารถในการคิดวิเคราะห์ความสำคัญมีจำนวนนักเรียนอยู่ในระดับสูงมากที่สุด

Table 4

Shows the number of students at each level of analytical thinking ability across all three components, based on the analytical thinking assessment administered before the learning management in Action Cycle 1 and after the learning management in Action Cycle 3

แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทั้ง 3 องค์ประกอบ จากแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และหลังการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

การวัด	ระดับคุณภาพ					
	สูง		กลาง		ต่ำ	
	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ
ก่อนวงจรปฏิบัติการที่ 1	0	0.00	28	73.68	10	26.32
หลังวงจรปฏิบัติการที่ 3	13	81.58	7	18.42	0	0.00

อภิปรายผล (Discussions)

ผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสายน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์ฯ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย สามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไปพร้อมกันอย่างบูรณาการ โดยทักษะทั้งสองด้านนี้มีการพัฒนาสูงขึ้นตามลำดับของวงจรปฏิบัติการ ทั้งนี้ อาจอธิบายได้จากลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อนเกี่ยวข้องกับหลายตัวแปร เช่น ปริมาณและชนิดของตัวละลาย สภาพการละลายได้ และข้อจำกัดด้านเวลา สถานการณ์ปัญหาลักษณะนี้ไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยการทดลองหรือข้อมูลเพียงชุดเดียว จำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ และการแลกเปลี่ยนข้อมูล ซึ่งสะท้อนแนวคิดของ Wonsiri et al. (2020) สถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อน มีหลายตัวแปรเกี่ยวข้อง เช่น วัสดุ วิธีการออกแบบ เงื่อนไขสิ่งแวดล้อม และข้อจำกัดด้านเวลา จึงต้องใช้การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกลุ่มแทนการหาคำตอบด้วยตนเองทั้งหมด ส่งผลให้ผู้เรียนต้องคิดวิเคราะห์เพื่อเลือก ตีความข้อมูล และแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ทำให้เกิดการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ

ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนเริ่มจากการอ่านและทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาด้วยตนเอง การขีดเส้นใต้ประเด็นสำคัญ และการระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ก่อนเข้าสู่การอภิปรายกลุ่มช่วยพัฒนาการคิดวิเคราะห์ในองค์ประกอบของการวิเคราะห์ความสำคัญ เนื่องจากผู้เรียนต้องคัดเลือกข้อมูลที่จำเป็นและจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหา เป็นไปตามที่ Norman and Schmidt (1992) อธิบายว่า การให้ความสำคัญกับการประมวลผลข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลสถานการณ์ปัญหาด้วยตนเองก่อนการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับสมาชิกกลุ่ม ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์เบื้องต้นของแต่ละบุคคล และเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้การอภิปรายกลุ่มมีคุณภาพ OECD (2017) ขณะเดียวกัน เมื่อผู้เรียนเข้าสู่การทำงานกลุ่ม การคิดวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นถูกใช้เป็นฐานในการสื่อสาร อธิบายเหตุผล และสร้างความเข้าใจที่มีร่วมกัน การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกลุ่มผ่านเครื่องมือจัดระเบียบความคิด เช่น ตารางแลกเปลี่ยนผลการทดลอง แผนภูมิก้างปลา และกระดานสรุป ช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล เปรียบเทียบความแตกต่างของผลลัพธ์ และร่วมกันสังเคราะห์ข้อสรุป ซึ่งเป็นกระบวนการที่เชื่อมโยงการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์และหลักการเข้ากับการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออย่างชัดเจน แนวทางนี้สอดคล้องกับ Jonassen (2000) และ Barrows (1985)

ที่ระบุว่าการใช้เครื่องมือช่วยจัดโครงสร้างความคิดและการกำหนดประเด็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล

นอกจากนี้ บทบาทของครูในฐานะผู้อำนวยความสะดวก เช่น การใช้คำถามนำ การให้ข้อเสนอแนะ การทวนคำตอบ และการเขียนสรุปร่วมกันบนกระดาน มีส่วนสำคัญในการเชื่อมโยงการคิดของผู้เรียนแต่ละคนให้เป็นความเข้าใจร่วมของกลุ่ม ซึ่งสะท้อนแนวคิดการสร้างความรู้ทางสังคมของ Vygotsky (1978) และแนวคิดการสะท้อนคิดระหว่างปฏิบัติของ Schön (1983) ที่แสดงถึงการเรียนรู้และการแก้ปัญหาที่มีคุณภาพเกิดขึ้นจากการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและการสะท้อนกระบวนการคิดอย่างต่อเนื่อง หรือการจัดเตรียมเครื่องมือจัดระเบียบความคิด ได้แก่ แผนภูมิก้างปลา ใบความรู้ และกระดานสรุป เป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพรวมของสิ่งที่ต้องทำ มองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา และสามารถระบุประเด็นการเรียนรู้หรือสิ่งที่ต้องรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจนขึ้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์ถึงความสำคัญและลำดับขั้นตอนการทำงานได้

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและความสามารถในการคิดวิเคราะห์พัฒนาไปพร้อมกันตลอดกระบวนการจัดการเรียนรู้ เนื่องจาก การทำงานร่วมกันในลักษณะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ และตัดสินใจร่วมกับสมาชิกกลุ่มอยู่เสมอ ในขณะที่นักเรียนใช้การคิดวิเคราะห์ในการระบุประเด็นปัญหาและสร้างแนวทางการแก้ปัญหา ก็จำเป็นต้องสื่อสาร อภิปราย เพื่อสร้างความเข้าใจที่มีร่วมกัน และการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกลุ่ม โดยมีกรอบหัวข้อที่ชัดเจน เช่น การบันทึกข้อมูลลงในตารางแลกเปลี่ยนผลการทดลอง เป็นจุดเชื่อมโยงสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนต้องใช้ทั้งการคิดวิเคราะห์และการสื่อสารอย่างเป็นระบบ เพื่อสังเคราะห์ข้อมูลที่หลากหลายให้เป็นข้อสรุปเดียวกัน นักเรียนต้องใช้การวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบเพื่อพิจารณาความแตกต่างของผลจากแต่ละกลุ่ม และอาศัยทักษะการทำงานร่วมกันนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน เพื่อใช้ในการตอบคำถามและสรุปผลการแก้ปัญหา ซึ่งแนวทางนี้สอดคล้องกับงานของ Buamul (2022) ที่ใช้ Padlet เป็นเครื่องมือในการบันทึกและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน ซึ่งช่วยกระตุ้นการมีส่วนร่วมและการปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้ง ยังสนับสนุนการจัดระเบียบข้อมูล การวิเคราะห์เปรียบเทียบ และการมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญของการสังเคราะห์ความรู้และสรุปผลการแก้ปัญหา อย่างไรก็ตาม แนวทางของงานวิจัยนี้ใช้ตารางแลกเปลี่ยนผลการทดลองเป็นกรอบโครงสร้างที่ชัดเจน ให้ผู้เรียนต้องวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม สะท้อนว่าปัจจัยสำคัญไม่ใช่รูปแบบของสื่อที่ใช้แต่เป็นปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและการจัดระเบียบข้อมูลร่วมกัน การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมช่วยส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดที่ซับซ้อน การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการทำงานร่วมกันในกลุ่มช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาการคิดวิเคราะห์เกินกว่าที่จะทำได้ด้วยตนเอง (Zone of Proximal Development (ZPD)) (Vygotsky, 1978) การคิดวิเคราะห์ที่ดีส่งเสริมให้การแก้ปัญหาแบบร่วมมือเกิดขึ้นได้ดี การคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนเป็นแรงขับให้การทำงานร่วมกันมีคุณภาพ ขณะเดียวกันการทำงานร่วมกันทำให้ได้ทบทวนและขยายความคิดวิเคราะห์ของตนเองอย่างต่อเนื่อง

ถึงแม้การวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือหลังการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน จะพบว่า ในองค์ประกอบที่ 1.3) การสื่อสารกับสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับงานที่ตองทำหรืองานที่กำลังลงมือทำ และ องค์ประกอบที่ 2.1) การคนพบรูปแบบการมีปฏิสัมพันธในการทำงานรวมกันเพื่อแกปญหาตามเปาหมาย จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่เมื่อ พิจารณาจากการจัดการเรียนรู้ระหว่างทาง พบว่าจากการสังเกตและการสะท้อนคิดระหว่างการจัดการเรียนรู้แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและอธิบายขั้นตอนการทำงานได้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีการใช้เครื่องมือช่วยจัดระเบียบความคิดและการชี้แนะจากครูเป็นตัวสนับสนุน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องและการแก้ปัญหาได้ตรงประเด็น ส่งผลให้สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและความสามารถในการคิดวิเคราะห์พัฒนาไปในทิศทางเดียวกัน

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานในงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาแบบร่วมมือมิได้เป็นสมรรถนะที่แยกขาดจากกัน แต่เป็นสมรรถนะที่เกื้อหนุนซึ่งกันและกัน โดยการคิดวิเคราะห์ทำหน้าที่เป็นฐาน

ในการตัดสินใจและสังเคราะห์ข้อมูล ขณะที่การทำงานร่วมกันเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ขยาย ตรวจสอบ และพัฒนาการคิดของตนเองผ่านปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ส่งผลให้การพัฒนาสมรรถนะทั้งสองด้านเกิดขึ้นพร้อมกันอย่างบูรณาการ

ข้อเสนอแนะ (Recommendations)

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานควรให้ความสำคัญกับการออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อนเหมาะสมกับระดับผู้เรียน มีตัวแปรหรือข้อมูลหลายด้านที่ต้องพิจารณาเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์และทำงานร่วมกันในการหาคำตอบ

1.2 ครูผู้สอนควรเตรียมเครื่องมือสนับสนุนการคิดและการสื่อสาร เช่น ตารางสรุปผล แผนภูมิก้างปลา หรือใบความรู้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีกรอบในการวิเคราะห์ อภิปราย และแลกเปลี่ยนข้อมูลอย่างมีทิศทาง

1.3 การให้คำแนะนำระหว่างกิจกรรมควรเน้นการใช้คำถามมากกว่าการบอกคำตอบตรง ๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์ด้วยตนเอง และพัฒนาความสามารถในการสะท้อนคิดในระหว่างการเรียนรู้

1.4 ครูควรใช้คำถามนำที่มีโครงสร้างชัดเจน เพื่อกระตุ้นการคิดวิเคราะห์ และควรจัดการแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบมีกรอบ เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจร่วมกัน

2. ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษารูปแบบการให้ผู้เรียนสื่อสาร แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสะท้อนคิดในระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน

2.2 ควรมีศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลเพิ่มเติมนอกจากแบบกระดาษ เพื่อเพิ่มโอกาสในการสื่อสาร ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาแบบร่วมมือให้ดีมากขึ้น

References

Barrows, H. S. (1985). *How to design a problem-based curriculum for the preclinical years*. Springer.

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I: Cognitive domain*. David McKay.

Buamul, J. (2022). *The development of problem-based learning activities integrated with online media to enhance collaborative problem-solving competence of Grade 10 students on solutions* (Master's thesis, Mahasarakham University). [in Thai]

Cheyapa, M. (2018). *Problem-based learning with questioning techniques to develop analytical thinking ability and scientific attitude: A learning unit on human body systems of Grade 6 students* (Master's thesis, Thaksin University). [in Thai]

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2020). *PISA 2015 collaborative problem-solving assessment results (full report)*. Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. [in Thai]

Ministry of Education. (2008). *The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)*. Office of the Basic Education Commission. [in Thai]

Nakphong, P. (2021). The development of analytical thinking skills of Mathayomsuksa 1 students through problem-based learning combined with STAD technique. *Journal of Education Silpakorn University, 19*(1), 116–129. [in Thai]

Norman, G. R., & Schmidt, H. G. (1992). The psychological basis of problem-based learning: A review of the evidence. *Academic Medicine, 67*(9), 557–565. DOI: 10.1097/00001888-199209000-00002

OECD. (2017). *PISA 2015 collaborative problem solving framework*. OECD Publishing.

Pruengam, N. (2011). The development of analytical thinking ability and learning achievement in chemistry (acids-bases) of Grade 11 students through problem-based learning activities. *Graduate Research Journal, Faculty of Education, Khon Kaen University, 5*(4), 12–20. [in Thai]

Seetao, S. (2020). *The development of collaborative problem-solving in physics subject of Grade 11 students through problem-based learning* (Master's thesis, Mahasarakham University). [in Thai]

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Wonsiri, N., Pantapalangkoor, B., & Ketsing, J. (2022). Developing ninth graders' complex problem solving competency via engineering design problem-based learning. *Journal of Education Naresuan University, 24*(3), 147–166. [in Thai]

Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 17*(2), 89–100. DOI: 10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x