

Development of Grade-11 Students' Collaborative Problem-Solving Skills Using Biomimicry STEM Approach

Sathenpong Duangratanaekachai^{1*} and Chatree Faikhamta²

Received: May 8, 2023 Revised: July 6, 2023 Accepted: July 7, 2023

Abstract

Collaborative Problem-Solving (CPS) is an important 21st century skill, which helps people efficiently work and solve complex problems in complicated modern society. However, few studies investigate how CPS skills are developed in science classrooms. Therefore, this research examines students' learning and their CPS development through the Biomimicry STEM approach. CPS skills were evaluated through a CPS questionnaire, a student behavior observation form, teacher's reflective journals and students' reflective journals. The results show that students' CPS levels tended to be higher, especially in the aspect of monitoring and repairing the shared understanding (D1). The results also indicated three key features of Biomimicry STEM as follows; 1) Defining complex situations and clear criteria encouraged students to plan their operations and perspective the abilities of group members, 2) Presenting examples of innovations that inspiration from nature can help expand the perspective of identifying and explaining the workload that needs to be accomplished more, and 3) Questioning, encouraging, and sharing reflection activities in the room help to promote the process of tracking and reflecting students' opinions.

Keyword: Collaborative Problem Solving; STEM Education; Biomimicry

¹ Kanthararom School, Srisaket, Thailand

² Faculty of Education, Kasetsart University, Thailand

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

This article was presented at the 50th National Graduate Research Conference on 6-7 June 2020 by King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.

การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้วัตรกรรมเลียนแบบธรรมชาติตามแนวสะเต็มศึกษา

เสฐียรพงษ์ ดวงรัตนเอกชัย^{1*} และ ชาตรี พ่ายคำตา²

รับบทความ: 8 พฤษภาคม 2566 แก้ไขบทความ: 6 กรกฎาคม 2566 รับตีพิมพ์: 7 กรกฎาคม 2566

บทคัดย่อ

ทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เป็นหนึ่งในทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ที่ช่วยให้มนุษย์สามารถทำงานและแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามยังพบการศึกษาในประเด็นดังกล่าวได้น้อยสำหรับการเรียนในห้องวิทยาศาสตร์ งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระดับ CPS ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้วัตรกรรมเลียนแบบธรรมชาติตามแนวสะเต็ม โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ Biomimicry Design Spiral กลุ่มที่ศึกษาคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัด CPS แบบสังเกตพฤติกรรม อนุทินสะท้อนความคิดของครูและนักเรียน จากผลการวิจัยพบว่าระดับ CPS ของนักเรียนมีแนวโน้มที่สูงขึ้น โดยเฉพาะในองค์ประกอบย่อยการติดตามและปรับแก้ความเข้าใจที่มีร่วมกัน (D1) ซึ่งผู้วิจัยพบว่าแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้วัตรกรรมเลียนแบบธรรมชาติ มีลักษณะสำคัญดังนี้ 1) การกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนพร้อมกำหนดขอบเขตที่ชัดเจนจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถวางแผนการดำเนินงานและรับรู้ความสามารถของสมาชิกกลุ่มได้ดี 2) การนำเสนอตัวอย่างวัตรกรรมที่น่าแรงบันดาลใจจากธรรมชาติสามารถช่วยขยายมุมมองในการระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องทำให้สำเร็จได้มากขึ้น และ 3) การตั้งคำถามกระตุ้นและการใช้กิจกรรมสะท้อนคิดร่วมกันภายในห้อง ช่วยส่งเสริมกระบวนการติดตามและสะท้อนความเห็นของนักเรียน

คำสำคัญ: ทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ; สะเต็มศึกษา; การเลียนแบบธรรมชาติ

¹ โรงเรียนกันทรารมณ์ ศรีสะเกษ

² คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

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

บทความเรื่องนี้ได้ผ่านการนำเสนอในงานประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 50 เมื่อวันที่ 6-7 มิถุนายน พ.ศ. 2563 จัดโดย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทนำ

ทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Collaborative Problem Solving: CPS) เป็นหนึ่งในทักษะที่ถูกให้ความสำคัญมากในปัจจุบัน เพราะทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจะนำไปสู่การพัฒนาการรู้คิดและการให้เหตุผลของนักเรียน และยังช่วยพัฒนาทักษะการติดต่อสื่อสารในสังคมและทักษะการตัดสินใจ โดยนักเรียนเรียนรู้วิธีการเจรจาและบูรณาการความรู้ซึ่งกันและกัน ค้นหาวิธีแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสังคมและสร้างความรู้ในประเด็นใหม่ (Kim & Tan, 2013) ซึ่งสิ่งนี้ได้สอดคล้องกับบริบทและความต้องการของสังคมที่ต้องการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือแก่เยาวชนในสังคม

ทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้กลายเป็นทักษะที่ถูกยอมรับให้เป็นทักษะที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากตามกรอบแนวคิดทักษะศตวรรษที่ 21 (ATC21S) (Care & Griffin, 2015) ที่มองว่าทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทักษะที่เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างความคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหาการตัดสินใจ และการทำงานร่วมกัน แต่อย่างไรก็ตามพบว่านักเรียนไทยยังมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือต่ำ โดยมีคะแนนเท่ากับ 436 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [IPST], 2018)

จากปัญหาดังกล่าว นักการศึกษาได้พยายามศึกษาหาวิธีพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เช่น การให้พื้นที่กับนักเรียนเพื่อช่วยให้เกิดการทำงานร่วมกันได้ อย่างเช่น พื้นที่ทำงานออนไลน์ และห้องสนทนาออนไลน์ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถจัดระเบียบกระบวนการทางสังคมและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม การแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยพื้นที่ทำงานออนไลน์และห้องสนทนาข้อความมีพื้นที่ปฏิสัมพันธ์สองชั้นซึ่งนักเรียนจะสามารถสื่อสารเจรจาและแลกเปลี่ยนมุมมองได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยอ้างอิงจากผลการจำลองที่เป็นรูปธรรม (Chang et al., 2017) นอกจากนี้ พบว่าการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ยังช่วยอำนวยความสะดวกในกระบวนการบูรณาการความรู้ (Taub, Armoni, Bagno, & Ben-Ari, 2015) แต่อย่างไรก็ตามการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์นั้นกลับส่งผลในทางตรงกันข้าม โดยพบว่านักเรียนมีแนวโน้มที่จะทำงานแบบรายบุคคลมากขึ้น หรือหมายความว่านักเรียนไม่สามารถจัดการกับปัญหาร่วมกันได้ ซึ่งปฏิสัมพันธ์ทางสังคมในแบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์จะจำกัดเฉพาะการใช้งานห้องสนทนาออนไลน์ส่งผลทำให้พื้นที่ในการแก้ปัญหาและพื้นที่ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมไม่ได้เชื่อมโยงกัน (Chang et al., 2017)

ดังนั้น มีนักการศึกษาอีกกลุ่มหนึ่งที่มองว่าการจัดการเรียนการสอนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือควรให้ผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารกันได้โดยตรง ควรมีลักษณะของการจัดการเรียนรู้เป็นแบบบูรณาการความรู้และทักษะในสาขาวิชาอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา (Achakunwisut, 2014) และเน้นการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริงมากขึ้น เพื่อช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Cholsin, Kijkuakul, & Chaiyasith, 2018) ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ทั้งนี้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process, EDP) ได้แก่ 1. ระบุปัญหา (Problem Identification) 2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) 3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) 4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and

Development) 5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) และ 6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) ซึ่งกระบวนการทั้งหมดนี้ไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นเรียงเป็นลำดับขั้นเสมอไป เช่น อาจสามารถทำการทดสอบและประเมินผลในระหว่างขั้นการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาได้

อย่างไรก็ตาม ยังพบงานวิจัยจำนวนน้อย ที่นำแนวคิดสะเต็มศึกษาเข้ามาสอนในวิชาชีววิทยา เพราะส่วนใหญ่มักจะเห็นกิจกรรมสะเต็มเน้นไปที่วิทยาศาสตร์กายภาพ นักการศึกษาส่วนหนึ่งได้นำเสนอแนวคิดธรรมชาติแบบธรรมชาติ หรือ Biomimicry (The Biomimicry Institute, n.d.) ซึ่งเป็นการเรียนรู้และทำความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการต่าง ๆ ทั้งการสร้างสรรคและการออกแบบที่พบได้ในธรรมชาติ โดยเฉพาะคุณสมบัติพิเศษที่พบในพืชและสัตว์ชนิดต่าง ๆ เช่น ในงานของ Riechert and Post (2010) ที่ได้นำเนื้อหาพื้นฐานของวิชาชีววิทยาเรื่องระบบโครงสร้างมาผนวกเข้ากับการสร้างสะพานผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา นอกจากนี้ Swiegers (2012) ได้เสนอความคิดเห็นที่น่าสนใจไว้ว่าการสอนแบบ Biomimicry สามารถนำมาบูรณาการในชั้นเรียนชีววิทยาได้อย่างมีประสิทธิภาพและใช้หลักการของ EDP มาขับเคลื่อนให้เกิดการสร้างสรรคชิ้นงานได้ ซึ่งแนวทางข้างต้นจึงเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้ในวิชาชีววิทยา

งานวิจัยนี้จึงพยายามหาแนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนการสอนรูปแบบแนวคิดธรรมชาติแบบธรรมชาติ ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาที่ช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา เมื่อจัดการเรียนรู้แบบแนวคิดธรรมชาติแบบธรรมชาติตามแนวสะเต็ม
2. เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบแนวคิดธรรมชาติแบบธรรมชาติตามแนวสะเต็มที่สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

การทบทวนวรรณกรรม

1. การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

เกิดจากการผสมผสานองค์ประกอบของการทำงานแบบร่วมมือกับการแก้ไขปัญหาลำดับกันที่ถูกกำหนดโดยโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA: Program for International Student Assessment) ในปี 2015 ที่ได้ให้คำจำกัดความของการแก้ไขปัญหาลำดับกันไว้ว่าความสามารถของแต่ละบุคคลในการมีส่วนร่วมในกระบวนการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพด้วยจำนวนคนตั้งแต่สองคนขึ้นไปในการพยายามที่จะแก้ปัญหา โดยการแบ่งปันความเข้าใจและความพยายามที่จำเป็นมาช่วยในการแก้ปัญหาและรวบรวมทั้งความรู้ ทักษะ และความพยายามที่นำไปสู่แนวทางการแก้ไขปัญหานั้นที่สุด (Organization for Economic Co-operation and Development [OECD], 2013) ซึ่งสอดคล้องกับคำนิยามของ การประเมินและการสอนตามกรอบแนวคิดทักษะศตวรรษที่ 21 (Assess-

ment and Teaching of 21st Century Skills หรือ ATC21S) ที่มองว่าการแก้ปัญหาแบบร่วมมือคือ กิจกรรมที่มีการทำงานร่วมกันที่เปลี่ยนปัญหาสู่เป้าหมายตามที่ต้องการได้ (Care & Griffin, 2015)

สำหรับแนวทางการประเมินปัญหาแบบร่วมมือในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบวัดที่ประยุกต์จากโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล หรือที่เรียกว่า พิซา และการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อวัดและประเมินทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้อย่างครอบคลุมทุกองค์ประกอบ เนื่องจากการทดสอบจริงของ PISA เป็นการสอบโต้ตอบกับระบบตัวแทนคอมพิวเตอร์ ซึ่งแม้ว่าจะเหมาะสมสำหรับการประเมินผลขั้นสุดท้ายตามกรอบแนวคิดของ PISA ปี 2015 (OECD, 2013) แต่ก็มีข้อจำกัดที่สำคัญบางประการ อาทิ สภาพแวดล้อมจริงที่นักเรียนควรเจอ นักเรียนขาดการอธิบายโดยใช้คำพูดของตนเองในการอธิบายองค์ความรู้ความสามารถ ตลอดจนความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดจากความผิดพลาดในการวิเคราะห์คำตอบผ่านระบบคอมพิวเตอร์ ดังงานวิจัยของ Sottolare et al. (2018) ที่ระบุว่าการสอบด้วยระบบคอมพิวเตอร์อาจไม่ได้สะท้อนความคิดในเชิงรูปธรรมของผู้เรียนได้มากนัก ทั้งนี้ ผู้วิจัยจึงประยุกต์รูปแบบของข้อคำถาม เป็นคำถามปลายเปิด ร่วมกับการประเมินตามสภาพจริง โดยใช้เครื่องมืออื่น ๆ ประกอบ (Foltz & Martin, 2008) เช่น การสังเกต การบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนการบันทึกวิดิทัศน์ เป็นต้น เพื่อยกระดับการประเมินให้สอดคล้องกับบริบทของนักเรียน ตลอดจนเพื่อสะท้อนการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออย่างมีศักยภาพ

2. การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามีเป้าหมายหลักเพื่อให้ผู้เรียนกลายเป็นผู้รู้สะเต็ม (STEM Literate Person) คือ การเป็นผู้ที่สามารถใช้แนวคิดและความรู้ในส่วนของทักษะ แนวคิด และกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาที่ซับซ้อน การคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา รวมไปถึงการใช้ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 (International Technology Educator Association, 2009; Vasquez, Sneider, & Comer, 2013) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นมีความเกี่ยวข้องกับ 4 สาขาวิชาหลักด้วยกัน คือ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ดังนั้น การเรียนรู้สะเต็มศึกษานอกจากจะมีเป้าหมายให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้สะเต็ม (STEM Literate Person) แล้ว ยังมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Science Literate) ผู้รู้คณิตศาสตร์ (Math Literate) ผู้รู้เทคโนโลยี (Technology Literate) และการเป็นผู้รู้วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering Literate) (IPST, 2018; Zollman, 2012)

อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษากับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบผู้เรียน พบว่า มีงานวิจัยหลายชิ้นที่สนับสนุนข้อคิดเห็นที่ว่า การเปิดพื้นที่ให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง จะช่วยยกระดับทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้ดี อาทิ Tayom, Kijkuakul, and Klamtet (2017) ได้อธิบายว่าการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการเป็นกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาหรือคิดค้นหาคำตอบร่วมกัน สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้ดีกว่าผู้เรียนที่มีประสบการณ์ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายเพียงอย่างเดียวและมีภาคปฏิบัติน้อย เนื่องจากผู้เรียนไม่ได้ฝึกฝนการคิดวิเคราะห์และประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวัน จึงทำให้ผู้เรียนไม่สามารถนำเนื้อหาไปประยุกต์ใช้ได้ ตลอดจนไม่เข้าใจความสำคัญคุณลักษณะบางประการในการแก้ปัญหาร่วมกัน

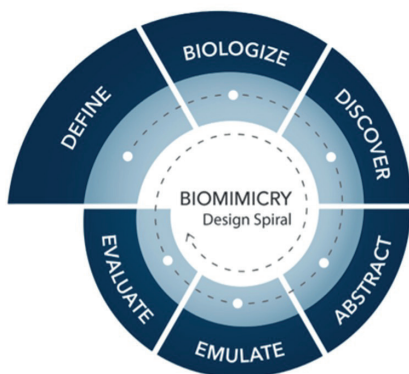
กับบุคคลอื่น ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบนี้ จะช่วยให้ผู้เรียนได้แสดงทักษะกระบวนการคิด ความสามารถในการทำงานร่วมกัน หรือการออกแบบ และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นให้ออกมาอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ Thongchai (2012) ได้ให้ข้อสรุปในทิศทางเดียวกันกับงานวิจัยอื่น ๆ ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบ (Design) วางแผน (Plan) และการแก้ปัญหา (Problem Solving) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ต้องใช้ องค์ความรู้จากหลายสาขาวิชา เพื่อนำมาพัฒนาและสร้างสรรค์ชิ้นงานภายใต้ข้อจำกัด หรือเงื่อนไขที่กำหนดเพื่อนำมาแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะช่วยให้ผู้เรียนฝึก ทักษะในการวางแผน การทำงาน การแก้ปัญหา ร่วมกับกับผู้อื่น และเรียนรู้วิธีการทำงานอย่างเป็นระบบ

กรอบแนวคิด

งานวิจัยนี้ ตั้งอยู่บนกรอบแนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาและทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยการ แก้ปัญหาแบบร่วมมือนั้น เป็นหนึ่งในทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตอยู่ในปัจจุบัน โดยมี 3 องค์ประกอบ คือ 1. การสื่อสาร (Communication) เป็นการแลกเปลี่ยนความรู้หรือความคิดเห็นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ความเข้าใจให้แก่ผู้รับ ซึ่งนับเป็นเงื่อนไขที่จำเป็นในการทำงานแบบร่วมมือ แต่ไม่เพียงพอสำหรับการ สื่อสารที่นอกเหนือไปจากการแลกเปลี่ยนเพียงอย่างเดียว ทว่ายังต้องการการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีความ สอดคล้องกัน แม่นยำ ถูกต้อง และสามารถตรวจสอบได้ 2. ความร่วมมือ (Cooperation) เป็นการแบ่ง งานตามที่ตกลงกันไว้ของสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งสิ่งนี้นำไปสู่การมุ่งเน้นการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaboration) และ 3. การตอบสนอง (Responsiveness) หมายถึงการมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นและลึกซึ้ง ที่ ต้องการเป็นผู้ฟังที่มีความกระตือรือร้น (Active Listening) ในระหว่างการทำงานร่วมกัน

นวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติตามแนวสะเต็มศึกษา

The Biomimicry Institute ได้ทำการพัฒนากระบวนการและขั้นตอนของ Biomimicry Design Spiral ดังแสดงในภาพที่ 1 ซึ่งขั้นตอนต่าง ๆ จะอธิบายตามลำดับดังนี้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนของกระบวนการ Biomimicry Design Spiral
ที่มา: The Biomimicry Institute (n.d.)

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนด (Define) คือ การกำหนดปัญหาหรือโอกาสที่ต้องการในการออกแบบ เป็นช่วงเวลาของการสำรวจ การตั้งคำถาม และการตั้งเป้าหมาย โดยเป้าหมายของขั้นตอนนี้ไม่ได้เป็นการตัดสินใจว่าจะต้องสร้างหรือออกแบบอะไร แต่ต้องเข้าใจว่าการออกแบบนั้นต้องทำอะไร เพื่อใคร และในบริบทใด

ขั้นตอนที่ 2 การดูจากธรรมชาติ (Biologizing) เป็นการปรับความท้าทายสู่บริบททางชีวภาพ โดยมองความท้าทายในการออกแบบจากธรรมชาติ แล้วนำมาสู่การมองหาแบบจำลองทางชีวภาพในขั้นตอนถัดไป

ขั้นตอนที่ 3 การค้นพบกลยุทธ์ (Discover) โดยขั้นตอนนี้จะเน้นการวิจัยและการรวบรวมข้อมูล ที่ต้องการในการสร้างแรงบันดาลใจให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

ขั้นตอนที่ 4 การแปลกลยุทธ์ (Abstract) เป็นการแปลกลยุทธ์ทางชีวภาพให้มาเป็นกลยุทธ์การออกแบบ ซึ่งกลยุทธ์การออกแบบนี้ต้องสามารถอธิบายว่ากลยุทธ์ทางชีวภาพทำงานได้อย่างไร โดยไม่ต้องพึ่งพาเงื่อนไขทางชีววิทยา

ขั้นตอนที่ 5 การเลียนแบบ (Emulates) เป็นการเริ่มส่วนของการสร้างสรรค์สิ่งวิเศษแก้ปัญหาที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติในการเรียนรู้จากสิ่งมีชีวิตแล้วนำข้อมูลเชิงลึกเหล่านั้นมาใช้สร้างสิ่งที่เป็นความท้าทายที่มนุษย์ต้องการแก้ไข

ขั้นตอนที่ 6 การประเมิน (Evaluate) เป็นการทดสอบความคิดและสิ่งที่ได้เรียนรู้จากความผิดพลาด เพื่อให้การออกแบบดีขึ้นและทบทวนขั้นตอนก่อนหน้าอีกครั้งตามต้องการ เพื่อสร้างแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ใช้งานได้

จากแนวคิดทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วัฒนธรรมเลียนแบบธรรมชาติตามแนวสะเต็มศึกษาแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา ซึ่งสำหรับสะเต็มศึกษาในงานวิจัยนี้ หมายถึง แนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรม โดยผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นแกนกลางเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ช่วยให้ผู้เรียนได้เป็นผู้ค้นพบ หาวิธีการที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา และสร้างชิ้นงานที่เหมาะสมที่สุดขึ้นมาได้ ในส่วนของนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติสำหรับในงานวิจัยนี้ คือการศึกษาเกี่ยวกับแนวความคิดทางชีววิทยาทั้งทางด้าน โครงสร้าง กลไก และกระบวนการของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม แล้วทำการเลียนแบบโครงสร้างหรือกระบวนการเหล่านั้นเพื่อนำมาใช้ในการสร้างสรรค์ผลงานหรือแนวทางสำหรับการแก้ปัญหาของมนุษย์ โดยการทำงานในแต่ละขั้นตอนจะอาศัยการทำงานแบบร่วมมือกันของสมาชิกในกลุ่ม

วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ซึ่งเป็นการสืบเสาะความรู้จากปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชั้นเรียนอันเนื่องมาจากตัวนักเรียนหรือครูผู้สอนที่มีการวิเคราะห์และการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับประสบการณ์การสอนและการทำวิจัยของตนเอง โดยมีกระบวนการวิจัยที่เป็นขั้นตอนตามกรอบการปฏิบัติงานของ Kemmis, McTaggart, and Nixon (1998)

1. กลุ่มที่ศึกษา

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานครฯ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ห้องเรียนพิเศษที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาชีววิทยา จำนวน 1 ห้องเรียน โดยมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 35 คน เป็นนักเรียนชาย 18 คน นักเรียนหญิง 17 คน ซึ่งเป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการแบบจำเพาะเจาะจงสำหรับกลุ่มนักเรียนที่เรียนในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม

2. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเป็นหนึ่งในจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการใช้กระบวนการนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติที่ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวนทั้งสิ้น 3 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง ครอบคลุมเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยาในเรื่อง การรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิต อวัยวะรับรู้ความรู้สึก และการเคลื่อนไหวของมนุษย์ ทั้งนี้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของผู้เรียน โดยใช้แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปสู่แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ Biomimicry โดยใช้แบบสังเกตและบันทึกหลังการสอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ผู้วิจัยทำการพัฒนาและปรับปรุงแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน โดยแบบวัดประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ และส่วนที่เป็นแบบทดสอบปลายเปิด โดยครอบคลุมตามกรอบสมรรถนะของ PISA ที่กำหนดไว้ให้ใช้ในปี 2015 (OECD, 2013) ทั้งนี้ แบบวัดจะมีสถานการณ์โจทย์ปัญหาการทำงานจำลองที่คล้ายคลึงกับการทำกิจกรรมในชั้นเรียน พร้อมคำถามท้าทายหากเกิดปัญหาในการทำงานร่วมกันกับบุคคลอื่น ซึ่งข้อคำถามอ้างอิงตาม 3 องค์ประกอบหลัก

อย่างไรก็ดี ผู้วิจัยจัดกลุ่มคำตอบทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือตามกรอบของ PISA (OECD, 2015) แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ระดับสูง กลาง และต่ำ โดยปรับปรุงจากกรอบแนวคิดของ Teerada, Skonchai, and Wipharat (2017)

2.2 แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ในการเก็บข้อมูลทุกแผนการจัดการเรียนรู้และผลของการจัดการเรียนรู้วัดกรรมเลียนแบบธรรมชาติตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อให้ได้ข้อมูลในแต่ละคาบและนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ และใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

2.3 อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน เป็นบันทึกสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้และมุมมองของความคิดเห็น ความรู้สึก และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สะท้อนออกมา เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการประเมินและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

2.4 ใบกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่นักเรียนใช้สำหรับการจดบันทึกข้อมูลขณะจัดการเรียนรู้ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนการสอนและกิจกรรมที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนแต่ละแผนการเรียนรู้ โดยใบงานและใบกิจกรรมใช้วัดและประเมินผลในส่วนของการจัดการเรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาวิชาและทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

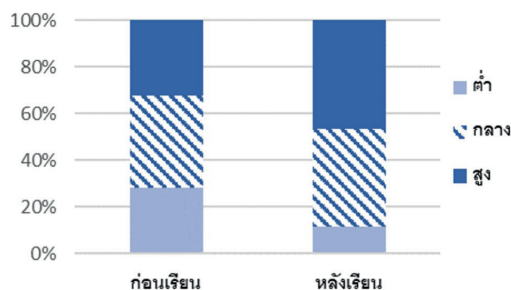
ทั้งนี้ ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ใบงานกิจกรรมการเรียนรู้มาใช้ร่วมกันในการสะท้อนคิด โดยการเขียนเป็นอนุทินที่เขียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ปัญหาที่เจอคืออะไร มีแนวทางทางการแก้ไขอย่างไร ผลที่ได้จากการแก้ไขสิ่งที่ได้เรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเขียนอนุทินสะท้อนคิดจากการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนทั้ง 6 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้วัตรกรรมเลียนแบบธรรมชาติ ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยหลังจากการเขียนอนุทินหลังการสอนครบทั้งหมดแล้ว ผู้วิจัยได้นำอนุทินหลังสอนทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) เพื่อหาลักษณะร่วมที่เกิดขึ้นผ่านการลงรหัส (Coding) แล้วนำมาสร้างข้อสรุป และสังเคราะห์เป็นประเด็น (Theme) แล้วนำมาสรุปเป็นแนวปฏิบัติที่ดี (Best Practices) ของแนวทางในการจัดการเรียนรู้วัตรกรรมเลียนแบบธรรมชาติตามแนวสะเต็มเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

ผลการวิจัย

1. ทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

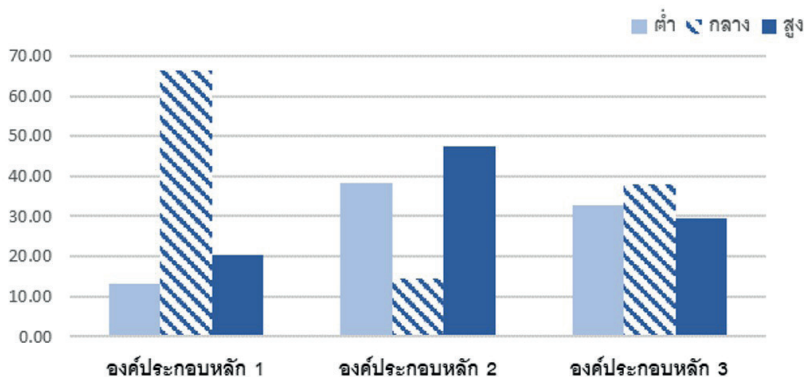
ผลการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่เน้นวัตรกรรมเลียนแบบธรรมชาติ ซึ่งทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือตามนิยามของ PISA ปี 2015 ประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลักของการทำงานแบบร่วมมือ 3 ด้าน ได้แก่ การสร้างและรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน (องค์ประกอบหลักที่ 1) การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา (องค์ประกอบหลักที่ 2) และการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม (องค์ประกอบหลักที่ 3) โดยผู้วิจัยแสดงผลวิเคราะห์จากภาพรวมของระดับทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน และระดับทักษะในแต่ละองค์ประกอบหลักของนักเรียน ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพรวมระดับทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แล้วนำมาจัดเป็นระดับ สูง กลาง ต่ำ ได้ข้อมูลดังภาพที่ 2 จากการวิเคราะห์ข้อมูลระดับทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ พบว่าระดับทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับกลางคิดเป็นร้อยละ 39.65 รองลงมาเป็นระดับสูงคิดเป็นร้อยละ 32.38 และระดับต่ำร้อยละ 27.97 ตามลำดับ หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้นวัตรกรรมเลียนแบบธรรมชาติร่วมกับนักเรียนในเรื่องการรับรู้และตอบสนอง อวัยวะรับรู้สัมผัส และการเคลื่อนไหวของมนุษย์ พบว่าผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพรวมของทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูงซึ่งคิดเป็นร้อยละ 46.58 ถัดมาเป็นทักษะระดับกลางที่ร้อยละ 41.78 และท้ายที่สุดคือระดับต่ำร้อยละ 11.64



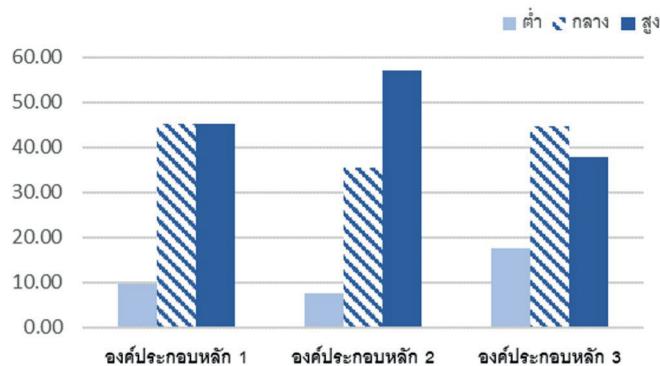
ภาพที่ 2 ภาพรวมของระดับทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้วัฒนธรรมเลียนแบบธรรมชาติตามแนวสะเต็ม

จากนั้นเมื่อวิเคราะห์ถึงระดับทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในแต่ละองค์ประกอบหลักทั้ง 3 องค์ประกอบของนักเรียนทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่าระดับของนักเรียนก่อนการเรียนรู้ในองค์ประกอบหลักที่ 1 ด้านการสร้างและรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับกลาง คิดเป็นร้อยละ 66.45 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับระดับอื่น ๆ ในส่วนขององค์ประกอบหลักที่ 2 ด้านการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูงร้อยละ 47.37 โดยมีระดับที่รองลงมาก็คือระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 38.16 และองค์ประกอบหลักที่ 3 ด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับกลางคิดเป็นร้อยละ 38 ซึ่งมีระดับใกล้เคียงกับระดับอื่น ๆ ดังแสดงในภาพที่ 3



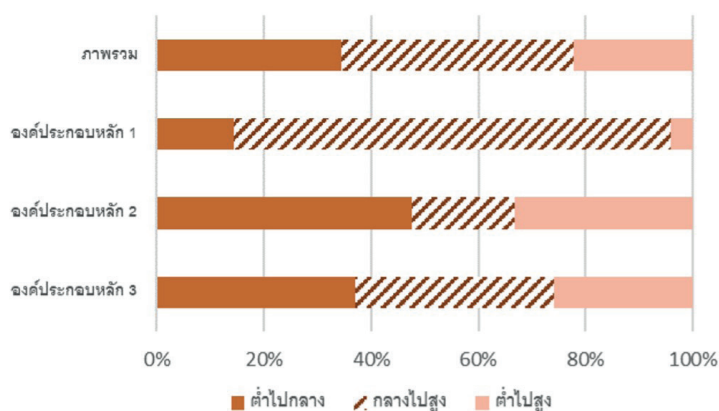
ภาพที่ 3 ผลระดับทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในแต่ละองค์ประกอบหลัก ก่อนการจัดการเรียนรู้วัฒนธรรมเลียนแบบธรรมชาติตามแนวสะเต็ม

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลระดับทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในแต่ละองค์ประกอบหลักของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่าระดับของนักเรียนในองค์ประกอบหลักที่ 1 นักเรียนที่อยู่ในระดับสูงและระดับกลางคิดเป็นร้อยละ 45.21 ซึ่งเป็นกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่และแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับระดับต่ำ องค์ประกอบหลักที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่จะอยู่ในระดับสูงร้อยละ 59.94 โดยมีระดับที่รองลงมาก็คือระดับกลางคิดเป็นร้อยละ 35.42 และองค์ประกอบหลักที่ 3 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับกลางร้อยละ 44.59 ซึ่งใกล้เคียงกับระดับสูงแต่แตกต่างอย่างเห็นได้ชัดกับระดับต่ำ ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ผลระดับทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในแต่ละองค์ประกอบหลัก หลังการจัดการเรียนรู้วัตรกรรมเลียนแบบธรรมชาติตามแนวสะเต็ม

จากภาพรวม แสดงให้เห็นว่าระดับทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนมีการพัฒนาขึ้นก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ได้เห็นได้ชัด ดังแสดงในภาพที่ 4 จากข้อมูลที่ได้ทำให้ผู้วิจัยสามารถแบ่งกลุ่มระดับการพัฒนาของนักเรียนได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนที่พัฒนาจากระดับต่ำไปสู่ระดับกลาง นักเรียนที่พัฒนาจากระดับกลางไปสู่ระดับสูง และนักเรียนที่พัฒนาจากระดับต่ำไปสู่ระดับสูง จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าระดับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนในภาพรวมมีระดับการพัฒนาใกล้เคียงกันทั้ง 3 กลุ่ม แต่กลุ่มที่มีมากที่สุดคือกลุ่มนักเรียนที่พัฒนาจากระดับกลางไปสู่ระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 43.37 และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลในระดับองค์ประกอบหลักพบว่าข้อมูลการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนแต่ละกลุ่มนั้นแตกต่างกัน โดยในองค์ประกอบหลักที่ 1 นักเรียนร้อยละ 81.63 อยู่ในกลุ่มของนักเรียนที่พัฒนาจากระดับกลางไปสู่ระดับสูง ซึ่งมีระดับการพัฒนาแตกต่างจากกลุ่มอื่น ๆ อย่างชัดเจน ส่วนการพัฒนาในองค์ประกอบหลักอื่น ๆ ดังแสดงในภาพที่ 5



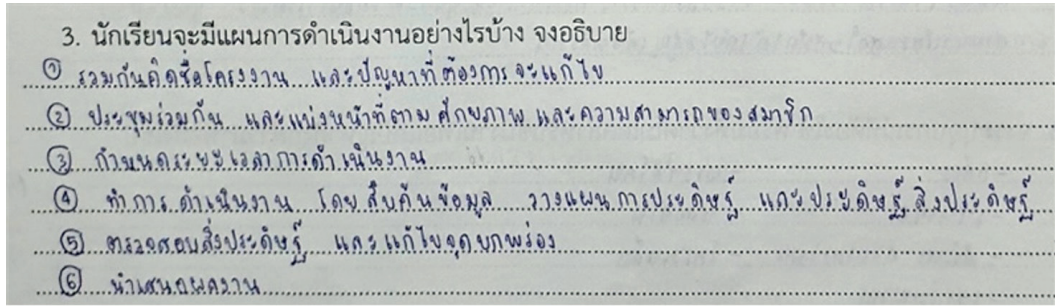
ภาพที่ 5 ระดับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนแบบภาพรวม และแต่ละองค์ประกอบหลัก

2. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบวัฏกรรมเลียนแบบธรรมชาติตามแนวสะเต็มที่สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

2.1 สถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนและการกำหนดขอบเขตที่ชัดเจน ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถวางแผนการดำเนินงานและรับรู้ความสามารถของสมาชิกกลุ่มได้ดี

สิ่งที่จำเป็นต้องมีในกระบวนการจัดการเรียนรู้ คือ สถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ให้นักเรียนใช้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นมาใช้ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ สถานการณ์ปัญหาจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยนักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยเฉพาะสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อน กล่าวคือ ลักษณะสถานการณ์ที่มีความท้าทาย ไม่สามารถแก้ปัญหาได้โดยง่าย สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายแนวทาง และจำเป็นต้องมีบุคคลมากกว่า 1 คนเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาเหล่านี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้สร้างสถานการณ์ปัญหาที่เน้นให้มีความซับซ้อน ใกล้ตัวนักเรียน และสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้จากเรื่องที่สอนมาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อพัฒนาวางแผนการดำเนินงานและรับรู้ความสามารถของสมาชิกกลุ่มให้มีประสิทธิภาพ จากผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏกรรมเลียนแบบธรรมชาติตามแนวสะเต็มในแผนที่ 1 ถึง 3 ผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นแนวทางในการใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อนเพื่อพัฒนาการวางแผนการดำเนินงานในการแก้ปัญหาของทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้ว่า 1) การยกสถานการณ์ปัญหาควรเป็นเรื่องใกล้ตัวนักเรียนและพยายามให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับสถานการณ์ปัญหาเพื่อกระตุ้นและดึงดูดความสนใจของนักเรียน 2) สถานการณ์ปัญหาควรมีการกำหนดเงื่อนไขและขอบเขตของสถานการณ์ให้ชัดเจนก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นถัดไป 3) การออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนควรมีแนวทางแก้ปัญหาที่หลากหลายและต้องเชื่อมโยงกับเนื้อหาเพื่อประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้ง่าย

ตัวอย่างหลักฐาน เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ขั้นเริ่มต้น ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันดูวิดีโอเกี่ยวกับเหตุการณ์ตึกถล่มจากนั้นผู้วิจัยจะใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเกี่ยวกับเหตุการณ์ข้างต้น เช่น “จากวิดีโอที่นักเรียนได้ดู นักเรียนคิดว่าปัญหาหลักที่ทำให้เกิดการเสียชีวิตจากเหตุการณ์นี้คืออะไร” โดยนักเรียนร่วมกันตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ซักไซ้ไล่เรียงคำตอบของนักเรียนจนมาสู่สาเหตุหลักของการเสียชีวิต นั่นคือความล่าช้าของการเข้าไปช่วยเหลือของเจ้าหน้าที่ โดยผู้วิจัยค่อย ๆ ถามนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์อย่างต่อเนื่องทำให้นักเรียนเสมือนเป็นส่วนหนึ่งของสถานการณ์ จนมาสู่สถานการณ์หลักที่ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนแก้ปัญหา คือ สถานการณ์เหตุการณ์ตึกถล่มที่มีผู้ประสบภัยยังคงมีชีวิตและติดอยู่ด้านใน โดยเจ้าหน้าที่ไม่สามารถเข้าไปช่วยเหลือได้ จากสถานการณ์ผู้วิจัยจะได้ลงรายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะสถานการณ์มากยิ่งขึ้น ดังนั้น เหตุเกิดจากตึกถล่มทำให้มีเศษซากตึกทับอยู่ด้านบนจำนวนมาก สภาพที่เกิดเหตุมีลักษณะแคบเกินกว่ามนุษย์จะเข้าไปได้ โครงสร้างของเศษตึกที่เหลือนี้อาจส่อถล่มลงมาได้ มีโอกาสเจอสภาพที่มีน้ำรั่วไหล คาดว่ายังมีผู้รอดชีวิตแต่ไม่สามารถระบุตำแหน่งได้ และยังคงมีชีวิตรอดได้อีก 6 ชั่วโมง เพื่อให้ให้นักเรียนได้เข้าใจถึงลักษณะสถานการณ์ปัญหามากยิ่งขึ้น และสามารถนำองค์ความรู้เรื่องการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ ขณะดำเนินกิจกรรมวิจัยพบว่านักเรียนมีการแสดงออกถึงการวางแผนการดำเนินงานและแนวทางการแก้ปัญหาที่ชัดเจนดังแสดงในภาพที่ 6 และนำมาสู่การออกแบบแนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์นี้ได้

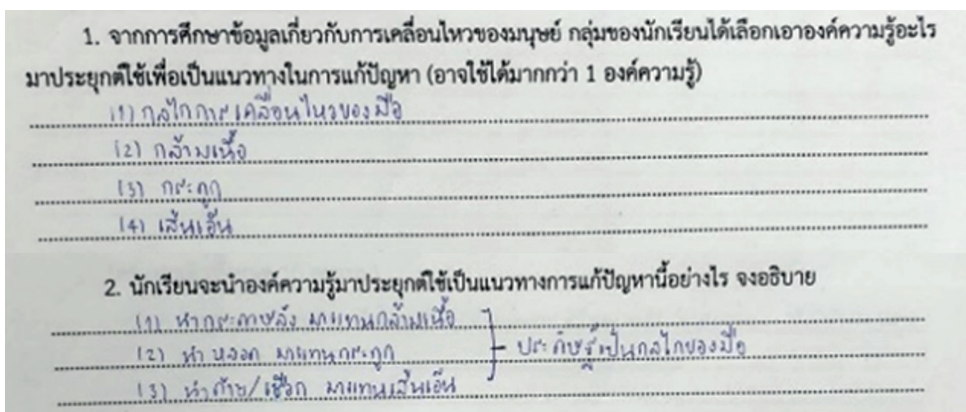


ภาพที่ 6 ตัวอย่างการวางแผนดำเนินงานใบกิจกรรมของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

2.2 การนำเสนอตัวอย่างนวัตกรรมที่นำแรงบันดาลใจจากธรรมชาติ สามารถช่วยขยายมุมมองในการระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องทำให้สำเร็จได้มากขึ้น

การจัดการเรียนรู้โดยใช้นวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติตามแนวสะเต็ม หนึ่งในสิ่งที่สำคัญ คือ การใช้แนวทางในการแก้ปัญหา โดยใช้การประยุกต์องค์ความรู้จากธรรมชาติ ซึ่งการที่นักเรียนสามารถประยุกต์และเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่มีในธรรมชาติได้นั้น ต้องมีการแสดงตัวอย่างแรงบันดาลใจจากธรรมชาติจากครู ซึ่งจะช่วยขยายมุมมองของการระบุและอธิบายภาระหน้าที่ในการแก้ปัญหา จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 แสดงให้เห็นว่าการนำเสนอตัวอย่างนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติและการสร้างความเข้าใจในความหมายของนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติสามารถช่วยให้นักเรียนขยายมุมมองของการระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องทำให้สำเร็จได้มากขึ้น

หลักฐานสำคัญ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ผู้วิจัยได้แสดงตัวอย่างการประยุกต์องค์ความรู้เรื่องการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิตให้นักเรียนได้ทราบ พบว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ดังกล่าวเข้าสู่แนวทางการแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเองและสามารถเขียนเชื่อมโยงเหตุผลได้อย่างชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการมองหาแนวทางการแก้ปัญหาจากกิจกรรมในแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3

2.3 การตั้งคำถามกระตุ้นและการใช้กิจกรรมสะท้อนคิดร่วมกันภายในห้องช่วยส่งเสริมกระบวนการติดตามและสะท้อนความคิดเห็นของนักเรียน

หนึ่งในกระบวนการสำคัญของแก้ปัญหาแบบร่วมมือ คือ กระบวนการติดตามและสะท้อนความคิดเห็นของนักเรียน ซึ่งกระบวนการนี้ครูมีบทบาทสำคัญมากที่ช่วยส่งเสริมกระบวนการเหล่านี้ การที่นักเรียนจะมีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการติดตามและสะท้อนความคิดเห็นของตนเองแก่บุคคลอื่นนั้นเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้ยาก ดังนั้น เพื่อให้ให้นักเรียนได้แสดงพฤติกรรมติดตามและสะท้อนความคิดเห็นขึ้นได้ ครูต้องมีบทบาทในการช่วยส่งเสริมไม่ว่าจะเป็นการใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อตรวจสอบความรู้ของสมาชิกในกลุ่มและตรวจสอบการกระทำภายในกลุ่ม หรือการออกแบบกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นต่อการกระทำของกลุ่มอื่น จึงสรุปได้ว่าเพื่อให้เกิดการพัฒนาการแสดงความคิดเห็นต่อการประเมินความสำเร็จของกระบวนการแก้ปัญหาและการให้ข้อเสนอแนะแก่กลุ่มอื่น ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัตรกรรมเลียนแบบธรรมชาติตามแนวสะเต็ม ในขั้นที่ 6 การประเมิน

สรุปและอภิปรายผล

สำหรับผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ ข้อที่ 1 เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา เมื่อจัดการเรียนรู้แบบวัตรกรรมเลียนแบบธรรมชาติตามแนวสะเต็ม พบว่า ระดับทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนในภาพรวมสูงขึ้น เมื่อพิจารณาข้อมูลขององค์ประกอบหลักทั้ง 3 องค์ประกอบ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในองค์ประกอบหลักที่ 1 การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน โดยนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงระดับไปสู่ระดับสูงเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งแตกต่างกันในแต่ละองค์ประกอบย่อย เนื่องจากผู้วิจัยได้มีการใช้กิจกรรมร่วมกับการใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีการตรวจสอบ ติดตาม และปรับความเข้าใจที่มีร่วมกันภายในกลุ่มมากยิ่งขึ้นในขั้นการสรุป ซึ่งสอดคล้องกับ Aufschnaiter, Erduran, Osborne, & Simon (2008) ได้กล่าวไว้ว่า ครูต้องทำการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนสมาชิกในกลุ่มด้วยการตั้งคำถาม เพื่อให้นักเรียนเกิดการโต้แย้ง ไม่ว่าจะเป็นการตั้งคำถามที่เกี่ยวกับเนื้อหาและการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนด เพราะการโต้แย้งสามารถส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน เพิ่มศักยภาพการค้นหาคำตอบและนำเสนอหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สามารถสนับสนุนข้อโต้แย้งได้ และยังช่วยพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกัน ขณะที่องค์ประกอบหลักที่ 3 การสร้างและรักษากฎระเบียบของกลุ่ม ผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีการพัฒนาขององค์ประกอบหลักที่ 3 น้อยที่สุด ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยของ Tayom et al. (2017) ที่ศึกษาการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือโดยใช้รูปแบบการสอนแบบเสริมต่อการเรียนรู้บนฐาน เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ ครูมีการกำหนดระยะเวลาการทากิจกรรมแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ และบอกนักเรียนถึงความสำคัญขั้นของการทำงานให้เสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยจำเป็นต้องคำนึงถึงความสำคัญของระยะเวลาของกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน เนื่องจากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัตรกรรมเลียนแบบธรรมชาติตามแนวสะเต็ม บางขั้นของกิจกรรมไม่ได้มีการกำหนดระยะเวลาที่ชัดเจนให้กับนักเรียน ซึ่งส่งผลให้ระดับทักษะในองค์ประกอบหลักที่ 3 การสร้างและ

รักษากฎระเบียบของกลุ่มจึงมีการพัฒนาน้อยที่สุด

สำหรับผลวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติตามแนวสะเต็มที่สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ พบว่าการจัดการเรียนรู้นวัตกรรมเรียนแบบธรรมชาติตามแนวสะเต็ม เป็นการสอนที่สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนได้ โดยการจัดการเรียนรู้นวัตกรรมเรียนแบบธรรมชาติตามแนวสะเต็ม ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่แตกต่างกันในแต่ละองค์ประกอบย่อย ดังขั้นที่ 1 ระบุปัญหาของกระบวนการจัดการเรียนรู้เริ่มต้นด้วยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อนและใกล้ตัวนักเรียนด้วย ในปัญหาดังกล่าวจะมีการกำหนดเงื่อนไขและข้อจำกัดที่ชัดเจนให้นักเรียน ส่งผลให้นักเรียนสามารถวางแผนการดำเนินงานและรับรู้ความสามารถของสมาชิกภายในกลุ่มได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Antonenko, Jahanzad, and Greenwood (2014) กล่าวว่า การใช้ปัญหาในการเริ่มต้นกิจกรรม ผลักดันให้ชั้นเรียนเกิดบรรยากาศของการคิด วางแผนการแก้ปัญหา ช่วยส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาเป็นกลุ่มได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในขั้นที่ 5 การเลียนแบบ และขั้นที่ 6 การประเมินมีการใช้คำถามกระตุ้นร่วมกับการใช้กิจกรรมสะท้อนคิดร่วมกันกับนักเรียนภายในห้องเรียน ทำให้นักเรียนได้เห็นถึงความสำคัญของกระบวนการติดตามและสะท้อนความเห็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Aufschnaiter et al. (2008) ที่กล่าวว่าครูต้องตรวจสอบและให้คำแนะนำเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถืออย่างใกล้ชิดในการอธิบายหรือโต้แย้ง การกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนสมาชิกในกลุ่มด้วยการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดการโต้แย้ง เพราะการโต้แย้งสามารถส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนและยังช่วยพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกัน ซึ่งกิจกรรมสะท้อนคิดที่ผู้วิจัยได้จัดกระทำขึ้นมีลักษณะเป็นกิจกรรมการแข่งขันเป็นการสนับสนุนเชิงบวกดังที่ Organization for Economic Co-operation and Development (2017) ที่กล่าวว่าความสัมพันธ์เชิงบวกและสร้างสรรค์ระหว่างครูกับนักเรียนเป็นเรื่องสำคัญสำหรับผลทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ดีขึ้น โดยสังเกตนักเรียนได้จากประเทศที่มีคะแนนสูง พบว่าระหว่างส่งเสริมการทำกิจกรรมกลุ่ม ครูต้องแสดงความเคารพในความคิดเห็นของนักเรียนและแลกเปลี่ยนความรู้ ตลอดจนสามารถจุดประกายความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

1. ผู้ที่สนใจศึกษาวิจัยต่อไป การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน อาจศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการสถานการณ์หรือตัวอย่างที่เป็นนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติว่ามีอะไรบ้าง และรูปแบบใดที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ นอกจากนี้ การศึกษาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ควรจะศึกษาในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะด้านนี้

2. การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ครูควรออกแบบกิจกรรมที่เน้นสถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อน ใกล้ตัวนักเรียน พร้อมทั้งกำหนดเงื่อนไขและข้อจำกัดที่ชัดเจนให้นักเรียน เพื่อช่วย

กระตุ้นให้นักเรียนสามารถวางแผนการดำเนินงาน และรับรู้ความสามารถของสมาชิกกลุ่มได้ดี รวมถึงควรตั้งคำถามกระตุ้นและใช้กิจกรรมสะท้อนคิดร่วมกันภายในห้อง

3. การจัดการเรียนรู้วัตรกรรมเลียนแบบธรรมชาติตามแนวสะเต็ม ควรมีการเลือกตัวอย่างนวัตกรรมที่ได้แรงบันดาลใจจากปรากฏการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ เป็นตัวอย่างประกอบกับสถานการณ์ปัญหาในชั้นระบุปัญหาและยกตัวอย่างการประยุกต์องค์ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มาใช้แก้ปัญหาในชั้นสำรวจกลยุทธ์

เอกสารอ้างอิง

- Achakunwisut, E. (2014). Assessing collaborative problem solving of PISA 2015. *IPST Magazine*, 43(191), 37-41. [in Thai]
- Antonenko, P. D., Jahanzad, F., & Greenwood, C. (2014). Fostering collaborative problem solving and 21st century skills using the DEEPER scaffolding framework. *Journal of College Science Teaching*, 43(6), 79-88.
- Aufschnaiter, C. V., Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2008). Arguing to learn and learning to argue: case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 101-131. doi:10.1002/tea.20213
- Care, E., & Griffin, P. (2014). An approach to assessment of collaborative problem solving. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 9(3), 367-388.
- Chang, C. J., Chang, M. H., Chiu, B. C., Liu, C. C., Chiang, S. H. F., & Wen, C. T., ... Chen, W. (2017). An analysis of student collaborative problem solving activities mediated by collaborative simulations. *Computers & Education*, 114, 222-235. doi:10.1016/j.compedu.2017.07.008
- Cholsin, J., Kijkuakul, S., & Chaikasith, W. C. (2018). The action research for developing learning management on stoichiometry based on STEM approach emphasized engineering design process to promote collaborative problem-solving competency. *Journal of Education Naresuan University*, 20(2), 32-46. [in Thai]
- Foltz, P. W., & Martin, M. J. (2008). Automated communication analysis of teams. In E. Salas, G. F. Goodwin, & C. Shawn Burke (Eds.), *Team effectiveness in complex organizations* (445-466). New York: Routledge.
- International Technology Educator Association. (2009). *The overlooked STEM imperatives: Technology and engineering k-12 education*. Reston: Author.
- Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2014). *The action research planner: Doing critical participatory action research* (3rd ed.). Victoria: Deakin University.
- Kim, M., & Tan, H. T. (2013). A collaborative problem-solving process through environmental field studies. *International Journal of Science Education*, 35(3), 357-387. doi:10.1080/09500693.2012.752116
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2013). *PISA 2015 Draft Collaborative Problem Solving Framework*. Paris: OECD.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2017). *PISA 2015 Results (Volume V): Collaborative Problem Solving*. Paris: OECD. doi:10.1787/9789264285521-en

- Riechert, S. E., & Post, B. K. (2010). From skeletons to bridges & other STEM enrichment exercises for high school biology. *The American Biology Teacher*, 72(1), 20-22. doi:10.1525/abt.2010.72.1.6
- Sottolare, R. A., Shawn Burke, C., Salas, E., Sinatra, A. M., Johnston, J. H., & Gilbert, S. B. (2018). Designing adaptive instruction for teams: A meta-analysis. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 28(2), 225-264. doi:10.1007/s40593-017-0146-z
- Swiegers, G. F. (2012). *Bioinspiration and biomimicry in chemistry: reverse-engineering nature*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Taub, R., Armoni, M., Bagno, E., & Ben-Ari, M. M. (2015). The effect of computer science on physics learning in a computational science environment. *Computers & Education*, 87, 10-23. doi:10.1016/j.compedu.2015.03.013
- Tayom, C., Kijkuakul, S., & Klamtet, J. (2017). Action research for developing collaborative problem-solving competency by using DEEPER scaffolding framework on stoichiometry topic for enrichment science classroom, Mathayom Suksa IV students. *Academic Service Journal Prince of Songkla University*, 28(2), 34-45. [in Thai]
- Teerada, C., Skonchai, C., & Wipharat, C. (2017). Development of collaborative problem solving competency using research-based learning according to STEM education infossil fuels and products. *J. Res. Unit Sci. Technol. Environ. Learning*, 8(1), 51-66. [in Thai]
- The Biomimicry Institute. (n.d.). *What is Biomimicry?*. Retrieved from <https://biomimicry.org/what-is-biomimicry>.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2018). *Collaborative Problem-Solving: How to Measure in PISA?*. Retrieved from <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2018-25> [in Thai]
- Thongchai, A. (2012). Summary of special lectures on the Issue of Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education: Preparing students for the 21st Century. Retrieved from <https://designtechnology.ipst.ac.th/wp-content/uploads/sites/83/2017/09/STEMEducation.pdf> [in Thai]
- Vasquez, J. A., Sneider, C. I., & Comer, M. W. (2013). *STEM Lesson Essential: Grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Zollman, A. (2012). Is STEM misspelled?. *School Science and Mathematics*, 111(5), 197-199.