



ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่มีต่อความก้าวหน้า
ของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

The Effects of Project-Based Learning Integrated with Design Thinking Process on
Progression in Creative Problem-Solving Abilities of Lower Secondary Students

ธีรินทร์ ดิถุชิต¹ และ สกลรัตน์ แก้วดี^{2*}

Theerin Dittachot¹ and Sakolrat Kaewdee^{2*}

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความก้าวหน้าของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบกับเกณฑ์ระดับดี ตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สถาบันการศึกษาแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 40 คน ในรายวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ได้มาจากการเลือกอย่างเจาะจง การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วย 3 แผน รวม 22 คาบเรียน และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทดสอบเมื่อจบกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนรายหน่วย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าความถี่ ร้อยละ สถิติทดสอบ repeated measures ANOVA one-sample t-test และ การหาขนาดอิทธิพลของ Cohen's d ผลการวิจัยพบว่า 1) ความก้าวหน้าในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นระหว่างการทดสอบครั้งที่ 1 และ 2 และระหว่างครั้งที่ 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ความก้าวหน้าในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างการทดสอบครั้งที่ 1 และ 3 มีระดับที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไม่แตกต่างกับเกณฑ์ระดับดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีขนาดอิทธิพลต่ำมาก (Cohen's d = -0.04)

คำสำคัญ : กระบวนการคิดเชิงออกแบบ, การจัดการเรียนรู้โครงงานเป็นฐาน, ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์, ความก้าวหน้าในการเรียนรู้, นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

¹ นิสิตมหบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อีเมล : theerin.ditt@gmail.com
Master student in Division of Science Education, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education,
Chulalongkorn University. Email: theerin.ditt@gmail.com

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจักษ์สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อีเมล : sakolrat.k@chula.ac.th
Assistant Professor (Ph.D.) in Division of Science Education, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education,
Chulalongkorn University. Email: sakolrat.k@chula.ac.th

Abstract

The purposes of this research were to: 1) examine the progression of students' creative problem-solving abilities, and 2) compare the level of students' creative problem-solving abilities against good level set criteria after participating in project-based learning integrated with the design thinking process. The samples consisted of 40 ninth-grade students enrolled in a Science Project course during the second semester of the 2024 academic year at an educational institution under the secondary educational service area office Bangkok 1, which were selected via purposive sampling. This research utilized a pre-experimental design. The experimental tools included three-unit lesson plans, spanning a total of 22 periods. The data collection tools were tests assessing creative problem-solving abilities, administered at the end of each learning activity within each unit. Data were analyzed using frequency, percentage, repeated-measures ANOVA, one-sample *t*-tests, and Cohen's *d* effect size. The research results showed that, 1) The progression in creative problem-solving between the first and second tests, and between the second and third tests, was not significantly different. However, the progression in creative problem solving between the first and third tests showed a statistically significant increase at the .05 level, and 2) The students' creative problem-solving abilities after completing the learning activities were a statistically not significant different to good level set criteria at the .05 level, with very low effect size (Cohen's *d* = -0.04)

Keywords: design thinking process, project-based learning, creative problem-solving abilities, learning progression, lower secondary students

บทนำ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันนี้ไม่เพียงแต่มุ่งเน้นการพัฒนาองค์ความรู้ แต่ยังมุ่งพัฒนาทักษะ ความสามารถ หรือสมรรถนะที่สำคัญในหลากหลายด้าน (Idin, 2020) ความสามารถที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะต้องพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันไปจนถึงการสร้างสรรคสิ่งใหม่ขึ้นคือ ความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ (Creative problem-solving abilities) ซึ่งเป็นความสามารถทางการคิดที่ต้องอาศัยทักษะการคิดขั้นสูงประกอบกัน ได้แก่ การคิดแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์, 2558; เสมอกาญจน์ โสภณศิริรัฐรักษ์ และคณะ, 2566) การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์เน้นการพัฒนามุมมองใหม่ ๆ และส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในสภาพแวดล้อมการทำงาน ส่งเสริมให้ค้นหาแนวทางแก้ไขผ่านมุมมองใหม่อย่างไม่มีขอบเขตจำกัด มีความยืดหยุ่น และเป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างนวัตกรรม (Boyles, 2022)

การพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้แก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์เป็นหนึ่งในเป้าหมายของการปฏิรูปการศึกษา ทว่ายังขาดแนวปฏิบัติที่ชัดเจนในการจัดการศึกษาเพื่อบรรลุเป้าหมายดังกล่าว (DeHaan, 2009) Willemsen et al. (2024) ระบุว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ต้องมีการจัดสถานการณ์ปัญหาที่กว้าง ๆ ไม่ได้ระบุอย่างชัดเจน อาจมีแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหได้หลากหลาย ซึ่งหากครูสามารถจัดสถานการณ์ในลักษณะนี้ได้ก็จะช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดแก้ปัญหอย่าง

สร้างสรรค์ได้ สอดคล้องกับ Boyles (2022) ที่ระบุว่า การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นเหมือนเส้นทางที่นำไปสู่การคิดเชิงนวัตกรรมอย่างเป็นลำดับขั้นตอน แต่หากมีกระบวนการคิดที่เข้ามาช่วยเสริมให้แต่ละขั้นตอนของการคิดนั้นมีความเป็นระเบียบ และใส่ใจรายละเอียดมากขึ้นจะช่วยส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design thinking process) ที่มีลักษณะสำคัญเป็นการแก้ปัญหาโดยมีมนุษย์เป็นศูนย์กลาง (human-centered) ผ่านการระดมความคิด สร้างต้นแบบติดตามผล และทำซ้ำได้ในแต่ละขั้นตอนจนได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (Brown, 2008)

นอกจากนี้การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) ยังเน้นการให้ผู้เรียนแก้ปัญหาที่ท้าทาย มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสะท้อนคิดร่วมกัน นักเรียนสร้างผลงาน หรือแก้ปัญหาตามความสนใจของนักเรียน ซึ่งช่วยส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ (Buck Institute for Education, 2022) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์นั้น มีการนำการเรียนรู้เน้นโครงงานเป็นฐานมาใช้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ (วรลธิ์ สิริปิยธรรม และคณะ, 2558; ศศิมา นองสุข และ พรณวิไล ดอกไม้, 2566; ไบหยก แซ่ตัน และคณะ, 2567) อย่างไรก็ตามการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นกระบวนการคิดเพื่อสร้างนวัตกรรมการแก้ไขปัญหาที่อาศัยแนวทางการคิดที่หลากหลายเพื่อให้ได้วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับบริบทความเป็นจริง (เสมอกาญจน์ โสภณศิริรักษ์ และคณะ, 2566) ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานยังมีข้อจำกัดในการให้ผู้เรียนได้ใช้การคิดอเนกนัย (divergent thinking) หรือคิดในหลายมุมมอง และการเข้าถึงความรู้ลึกของผู้ประสบปัญหา กระบวนการคิดเชิงออกแบบจึงช่วยเติมเต็มข้อจำกัดดังกล่าวของการเรียนรู้แบบโครงงานได้ กล่าวคือ มีขั้นตอนการทำความเข้าใจผู้ใช้งาน (empathize) ความรู้สึกหรือความคาดหวังของผู้ใช้งานที่นำมาสู่การกำหนดปัญหา (define) การระดมความคิด (ideate) ที่ให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย รวมทั้งมีขั้นตอนการสร้างต้นแบบ (prototype) ที่สร้างตัวอย่างแนวทางแก้ปัญหา และการทดสอบ (test) ที่นำต้นแบบมาทดสอบกับผู้ใช้จริง ก่อนพัฒนาเป็นแนวทางที่นำไปแก้ปัญหาจริง ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวนำไปสู่การพัฒนาชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ที่สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างแท้จริง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงนำกระบวนการคิดเชิงออกแบบมาใช้ร่วมกับการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Brown, 2008; Boyles, 2022)

การใช้รูปแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เป็นรูปแบบที่ได้มีการนำไปปรับใช้ในห้องเรียนอย่างแพร่หลาย Jiang and Pang (2023) ได้นำรูปแบบนี้ไปใช้กับนักศึกษาวิศวกรรมพบว่ารูปแบบการเรียนรู้นี้ช่วยพัฒนาทั้งแรงจูงใจในการเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ อีกทั้งยังพบว่ากลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบโครงงานร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ มีภาพรวมของการคิดสร้างสรรค์ และแสดงการใส่ใจในความต้องการของผู้ใช้งานที่สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบโครงงานเพียงอย่างเดียว เช่นเดียวกับ Jia et al. (2023) ที่รวบรวมงานวิจัยที่ใช้รูปแบบการเรียนรู้พบว่า การจัดการเรียนรู้โครงงานเป็นฐานร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้อีกทั้งยังเป็นรูปแบบที่สามารถนำไปใช้ได้กับเนื้อหา หรือกิจกรรมที่พัฒนาสมรรถนะได้อย่างหลากหลาย

งานวิจัยที่มุ่งพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ผ่านมา จะเน้นที่การศึกษาผลลัพธ์ปลายทางเมื่อนำรูปแบบการเรียนรู้แบบต่าง ๆ ไปใช้ (Karamustafaoğlu & Pektaş, 2023; จักรกฤต ฤชวงศ์ประเวศ, 2563; กวินนาฏ พลอยกระจ่าง และคณะ, 2564) แต่ยังไม่พบการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความสามารถในระหว่างทาง ผ่านการศึกษาความก้าวหน้าในการเรียนรู้ (Learning progression) ซึ่งหมายถึง ข้อมูลที่แสดงพัฒนาการทางการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้และทักษะกระบวนการตั้งแต่วิธีพื้นฐานสู่ระดับที่สูงขึ้น เพื่อการทำความเข้าใจการพัฒนาศักยภาพของนักเรียน พัฒนาการสอน การประเมินผล และการออกแบบหลักสูตรให้เหมาะสมกับแต่ละช่วงวัย (ลือชา ลดาชาติ, 2559; Gallacher & Johnson, 2019) การพัฒนาความก้าวหน้าในการเรียนรู้เป็นการใช้แนวทางเชิงพัฒนาการที่อธิบายเส้นทางการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะก้าวผ่านในขณะที่กำลังพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หรือแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ให้มีความซับซ้อนมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Smith et al., 2006) ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจการจัดการเรียนรู้โครงการเป็นฐานร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ร่วมกับการเก็บข้อมูลความก้าวหน้าในการเรียนรู้ เพื่อพัฒนานักเรียนและเป็นข้อมูลที่สำคัญในการศึกษาพัฒนาการที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้ของนักเรียน

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำกระบวนการคิดเชิงออกแบบของ d.school (Plattner, 2018) และลักษณะของการเรียนรู้โครงการเป็นฐานตามกรอบ Gold Standard PBL (Buck Institute for Education, 2022) สังเคราะห์ออกมาเป็นการจัดการเรียนรู้โครงการเป็นฐานร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Project-based learning integrated with design thinking process) หมายถึง การจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนพัฒนาชิ้นงาน หรือวิธีแก้ปัญหาตามความสนใจ ผ่านขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงออกแบบทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ทำความเข้าใจปัญหา (empathize) เป็นการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาอย่างรอบด้าน 2) ระบุปัญหา (define) เป็นการเลือกปัญหาที่จะดำเนินการแก้ไข 3) ระดมความคิด (ideate) เป็นการร่วมกันค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา 4) การสร้างต้นแบบ (prototype) นำแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือกไว้มาสร้างเป็นแบบจำลองทางความคิด 5) การทดสอบ (test) นำต้นแบบมาทดลองใช้แล้วปรับปรุงใหม่ และ 6) การนำเสนอ (presentation) เป็นการนำเสนอผลงาน ปัญหาที่พบ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อหาส่วนที่จะปรับปรุงแก้ไข

สำหรับตัวแปรตามของการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามทฤษฎีของ Treffinger et al. (2008) ที่ระบุว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการคิดเพื่อสร้างนวัตกรรมการแก้ไขปัญหา โดยอาศัยการคิดที่สร้างแนวทางที่หลากหลาย มีความยืดหยุ่น และเลือกใช้แนวทางที่เหมาะสมกับบริบทแห่งความเป็นจริงเพื่อนำไปแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ แบ่งออกเป็น 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การค้นหาปัญหา (problem finding) 2) การนิยามปัญหา (problem defining) 3) การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย (generate many ideas) 4) การสร้างแนวคิดที่สร้างสรรค์ (generate novel ideas) 5) การเตรียมการก่อนลงมือปฏิบัติ (preparing for action) และ 6) การวางแผนเพื่อนำไปสู่แก้ปัญหา (planning your approach)

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบซึ่งใช้เป็นตัวแปรต้นของการวิจัยที่นำไปสู่การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ซึ่งเป็นตัวแปรตามนั้น อยู่ภายใต้แนวคิดของกระบวนการคิดเชิงออกแบบเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาสิ่งต่าง ๆ โดยเริ่มจากการเข้าใจผู้ใช้หรือปัญหาอย่างลึกซึ้ง นิยามปัญหาอย่างชัดเจน ก่อนระดมความคิดเพื่อสร้างแนวทางแก้ไข พัฒนาต้นแบบเพื่อนำไปทดสอบในบริบทจริง สามารถย้อนไปทำซ้ำได้ในแต่ละขั้นตอน และแนวคิดของการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่เรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง วางแผน ลงมือปฏิบัติ สร้างชิ้นงาน และสะท้อนผลการเรียนรู้ โดยผู้เรียนมีบทบาทในการกำหนดแนวทางและเป้าหมายของตนเอง โดยเมื่อนำแนวคิดทั้ง 2 มาใช้ร่วมกันจะได้เป็นการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ที่ในแต่ละขั้นตอนสอดคล้องกับการพัฒนาองค์ประกอบย่อยของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อย่างครบถ้วน และนอกเหนือจากการพัฒนาความสามารถดังกล่าว ในการวิจัยนี้ยังมีการเก็บข้อมูลความก้าวหน้าของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงความสามารถของนักเรียน แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย (ภาพ 1)

ภาพ 1

กรอบแนวคิดในการวิจัย



วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความก้าวหน้าของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
2. เพื่อเปรียบเทียบระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โครงงานเป็นฐานร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบกับเกณฑ์ระดับดี

วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental research) มีรูปแบบการวิจัยแบบหนึ่งตัวอย่างวัดซ้ำ (Repeated-measures design) ดังนี้

1. ประชากรและตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้เรียนรายวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ ในสถานศึกษาแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

1.2 ตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 40 คน ที่ได้เรียนรายวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จากสถานศึกษาแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กำหนดตัวอย่างที่ศึกษาด้วยวิธีการเลือกอย่างเจาะจง (Purposive sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วย รูปแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จำนวน 3 แผน โดย แผนที่ 1 และ 2 มีลักษณะเป็นโครงงานสิ่งประดิษฐ์ที่ครูเป็นผู้กำหนดโจทย์ในการสร้าง จึงใช้เวลาแผนละ 6 คาบ ส่วนแผนที่ 3 นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาและวางแผนการดำเนินการด้วยตนเองเป็นหลัก จึงเพิ่มเวลาเป็น 10 คาบ รวมทั้งสิ้น 22 คาบเรียน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในแผน ได้มาจากการวิเคราะห์กระบวนการคิดเชิงออกแบบตามแนวทางของ d.School (Plattner, 2018) และลักษณะสำคัญของการเรียนรู้โครงงานเป็นฐาน (Buck Institute for Education, 2022) ประมวลออกมาเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา (Empathize) นักเรียนค้นหาและทำความเข้าใจปัญหาผ่านการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ หรือตัวบุคคลที่เผชิญกับปัญหา
2. ระบุปัญหา (Define) นักเรียนตีกรอบปัญหาที่จะแก้ไข โดยพิจารณาหลากหลายมุมมอง
3. ระดมความคิด (Ideate) นักเรียนระดมสมองหาแนวทางแก้ปัญหาให้หลากหลาย และเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดโดยมีเหตุผลรองรับ
4. การสร้างต้นแบบ (Prototype) นักเรียนสร้างต้นแบบเพื่อประเมินความเป็นไปได้
5. การทดสอบ (Test) นักเรียนทดลองใช้ผลงาน และประเมินผลเพื่อหาแนวทางพัฒนา

6. การนำเสนอ (Presentation) นักเรียนนำเสนอผลงาน และอภิปรายร่วมกันเพื่อพัฒนางาน

แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วย นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบในการออกแบบและสร้างชิ้นงานขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหา โดยผู้วิจัยได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 1 ผ่านการตรวจโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน พบว่ามีความสอดคล้องของทั้งวัตถุประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม และการประเมินผล มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ในทุกรายการประเมิน และได้มีการนำไปทดลองใช้ (try-out) กับนักเรียนกลุ่มใกล้เคียงกับตัวอย่างที่ศึกษา พบข้อสังเกต เช่น การใช้เวลาของนักเรียนที่ค่อนข้างมากในขั้นระดมสมอง การช่วยยกตัวอย่างเพิ่มเติมของครูเพื่อเสริมต่อการคิด โดยนำข้อสังเกตมาปรับปรุงแผนร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษา และเป็นแนวทางในการพัฒนาแผนรายหน่วยที่ 2 และ 3 ซึ่งแผนรายหน่วยที่ 2 และ 3 มีค่า IOC ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน อยู่ที่ 1.00 ในทุกรายการประเมิน สำหรับเนื้อหาของแต่ละแผนเน้นการทำโครงงานสิ่งประดิษฐ์ โดยกิจกรรมเพิ่มระดับความซับซ้อนของภาระงานขึ้นตามลำดับของแผนหัวข้อของแต่ละแผนรายหน่วย ได้แก่ 1) สวนผักในที่แคบ เป็นการออกแบบสวนผักจากวัสดุเหลือใช้ ในพื้นที่จำกัด 2) โรงไฟฟ้าพลังงานกลย่อส่วน เป็นการออกแบบอุปกรณ์ที่สร้างการหมุนให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง และ 3) สิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาตามความสนใจ เป็นการให้นักเรียนกำหนดปัญหาจากสิ่งรอบตัวและสร้างชิ้นงานขึ้นมาแก้ปัญหา โดยทั้ง 3 แผนจะให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบในการปฏิบัติงาน

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กำหนดข้อคำถาม และเกณฑ์การประเมินให้สอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตามแนวคิดของ Treffinger et al. (2008) จำนวน 3 ฉบับ ทดสอบเมื่อนักเรียนผ่านการเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนรายหน่วย มีลักษณะเป็นแบบสอบอัตนัย 9 ข้อคำถาม วัดทั้ง 6 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ในแต่ละฉบับมีบทความที่อธิบายสถานการณ์ปัญหา ให้นักเรียนอ่าน วิเคราะห์ และเขียนตอบเพื่อแสดงการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแต่ละข้อคำถาม ใช้เวลาในการทำแบบวัดครั้งละ 45 นาที แบบวัดแต่ละฉบับจะมีคะแนนเต็มอยู่ที่ 27 คะแนน ซึ่งในการวิจัยนี้ได้มีการแบ่งระดับความสามารถของคะแนนแต่ละช่วง เป็น 5 ระดับ (จักรกฤต ภูงศ์ประเวศ, 2563) ได้แก่ 22-27 คะแนน คือ ดีมาก 16-21 คะแนน คือ ดี 11-15 คะแนน คือ พอใช้ 5-10 คะแนน คือ อ่อน และ 0-4 คะแนน คือ อ่อนมาก

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทั้ง 3 ฉบับ ได้ผ่านการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน ได้ค่า IOC รายข้อของทั้ง 3 ฉบับ อยู่ระหว่าง 0.8-1.0 ซึ่งจัดว่าสอดคล้องทั้งหมด และผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การประเมินแบบรูบริก (rubric score) สำหรับตรวจให้คะแนนแบบวัดในแต่ละข้อคำถาม สร้างขึ้นตามองค์ประกอบย่อยของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยแต่ละข้อมีคะแนนได้ตั้งแต่ 0-3 คะแนน ซึ่งผ่านการตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษา เช่น การปรับคำที่ใช้ในแต่ละข้อคำถามให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น การปรับคำอธิบายพฤติกรรมบ่งชี้ในแต่ละระดับให้แยกกันได้ชัดเจน

แบบวัดทั้ง 3 ฉบับได้มีการนำไปทดลองใช้ และนำมาวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด พบว่ามีค่าความเที่ยงเชิงความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency: IC) วิเคราะห์โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค มีค่าอยู่ระหว่าง 0.6-0.7 ทั้งหมด ซึ่งจัดอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater Reliability: IR) จากการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยผู้ประเมิน 3 ท่าน มีค่าระหว่าง 0.71-0.91 ซึ่งจัดว่ามีความสอดคล้องกันสูง ค่าความยากรายข้ออยู่ในระดับปานกลาง (ค่า p อยู่ระหว่าง 0.31-0.61) โดยมีเพียง 1 ข้อคำถามจากในแบบวัดฉบับที่ 1 ที่เป็นระดับง่าย ($p = 0.76$) และ 2 ข้อคำถามจากแบบวัดฉบับที่ 3 ที่เป็นระดับยาก ($p = 0.25$ และ 0.26) และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับจำแนกได้ปานกลางจนถึงจำแนกได้ดี (ค่า r อยู่ระหว่าง 0.20-0.69) โดยมีเพียง 1 ข้อคำถามในแบบวัดฉบับ 2 ที่มีระดับจำแนกได้ต่ำ (ค่า $r = 0.04$)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ก่อนเริ่มการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ กิจกรรม ภาระงาน ลักษณะของแบบวัด และช่วงวันที่นักเรียนต้องทำแบบวัดทั้ง 3 ฉบับ ตลอดจนประเด็นเรื่องจริยธรรมการวิจัย โดยไม่มีการเปิดเผยข้อมูลส่วนตัวของนักเรียน ใช้รหัสแทนชื่อ นักเรียนสามารถถอนตัวได้ระหว่างการวิจัย และทำลายข้อมูลหลังเผยแพร่

ระหว่างการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โครงงานเป็นฐานร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ซึ่งเป็นแผนรายหน่วย จำนวน 3 แผน รวม 22 คาบเรียน เมื่อจบแต่ละแผน เก็บข้อมูลโดยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นแบบสอบข้อเขียน รวมทั้งสิ้น 3 ครั้ง ประกอบด้วย ครั้งที่ 1 หลังจบกิจกรรมแผนที่ 1 ครั้งที่ 2 หลังจบกิจกรรมแผนที่ 2 และครั้งที่ 3 หลังจบกิจกรรมแผนที่ 3

หลังการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้ตรวจแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และบันทึกคะแนนตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ และสถิติทดสอบ ได้แก่ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated-measures ANOVA) การทดสอบค่าที่สำหรับกลุ่มตัวอย่างเดียว (One-sample t -test) และขนาดอิทธิพล (Effect size)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการโดยนำผลคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทั้ง 3 ครั้ง โดยใช้ Repeated-measures ANOVA วิเคราะห์ความก้าวหน้าในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ วิเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงความก้าวหน้าในรายองค์ประกอบย่อย แสดงผลโดยใช้แผนภูมิ และนำผลคะแนนจากแบบวัดครั้งที่ 3 มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับดีที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ซึ่งคิดเป็น 16 คะแนน จากคะแนนเต็ม 27 ในแบบวัด โดยใช้สถิติ One-sample t -test พร้อมทั้งหาขนาดอิทธิพลโดยใช้สถิติ Cohen's d สำหรับการกำหนดเกณฑ์ร้อยละ 60 ใช้การแบ่งช่วงระดับคะแนนเป็น 5 ช่วง ช่วงละเท่า ๆ กัน ตามตัวอย่างการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของจักรกฤต ภูซังค์ประเวศ (2563) ซึ่งเกณฑ์ระดับดีที่ระดับประมาณร้อยละ 60 สอดคล้องกับการวัดเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูง (Higher-order thinking skills) (Lusiana & Andari, 2020; Wikanta & Susilo, 2022)

ผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ตอน ตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความก้าวหน้าของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ผลการวิเคราะห์คะแนนสอบทั้ง 3 ครั้ง ด้วยสถิติทดสอบ Repeated-measured ANOVA มีผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น โดยใช้ Mauchly's test พบว่าข้อมูลเป็น Compound Sphericity (Mauchly's $W = .965$, $p = .505$) ดังนั้นในการทดสอบความแปรปรวนผู้วิจัยจึงเลือกใช้การประมาณค่าแบบ Sphericity Assumed ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของคะแนนอย่างน้อย 1 คู่ ระหว่างการวัดทั้ง 3 ครั้ง ($F = 4.22$, $p = .018$) ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่ (Post-Hoc Tests) โดยใช้วิธีแบบ Bonferroni ได้ผลการทดสอบทางสถิติ (ตาราง 1) และแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคะแนนในการทดสอบแต่ละครั้งดังกราฟ (ภาพ 2)

ตาราง 1

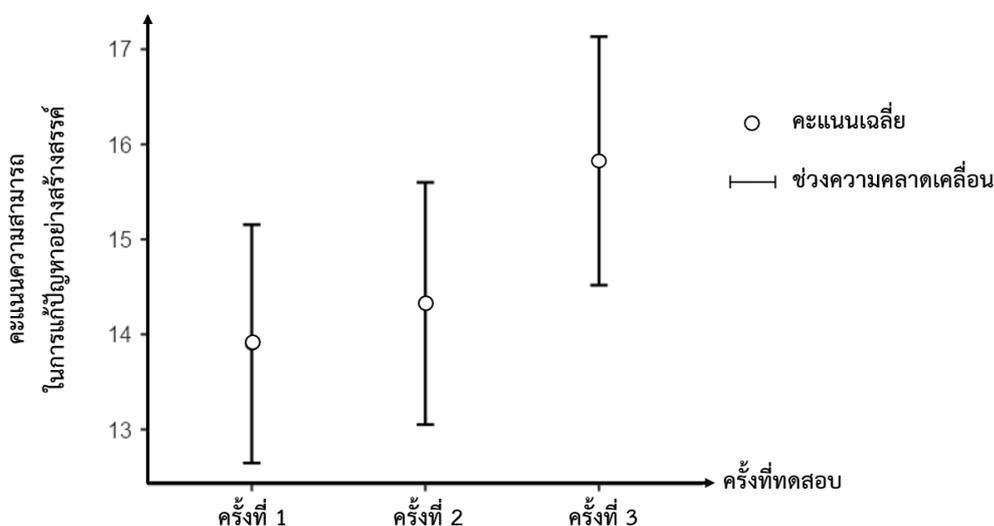
ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์จากการวัดทั้ง 3 ครั้ง โดยใช้การเปรียบเทียบรายคู่ (Post-Hoc Test) รูปแบบ Bonferroni

| การทดสอบ | M | SD | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 |
|------------|-------|------|--------------------------|-------------------------|------------|
| ครั้งที่ 1 | 13.90 | 3.92 | | | |
| ครั้งที่ 2 | 14.33 | 3.98 | 0.666 ($p = 1.00$) | | |
| ครั้งที่ 3 | 15.83 | 4.09 | 2.771* ($p = .026$) | 1.995 ($p = .159$) | |

* $p < .05$

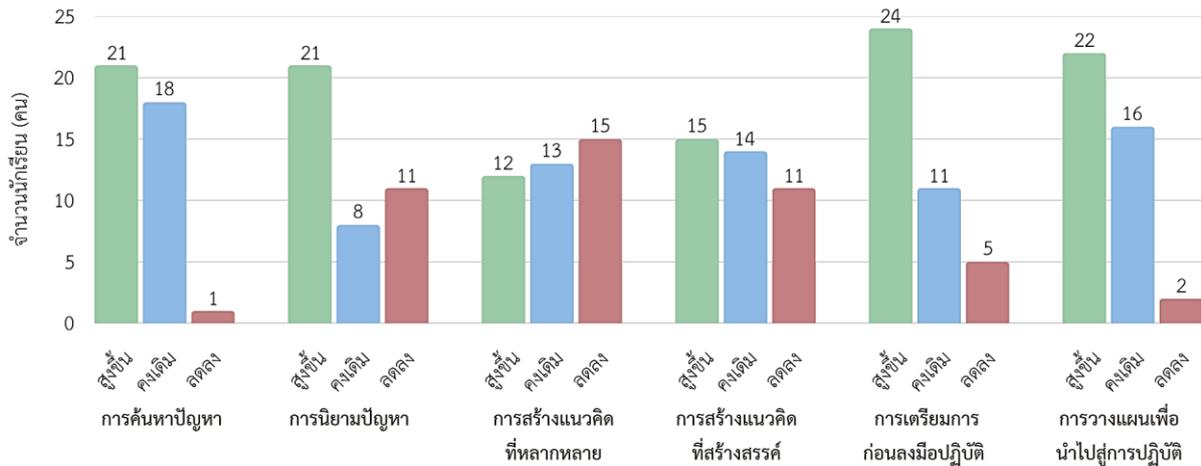
ภาพ 2

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์กับครั้งที่ทดสอบ



ภาพ 4

จำนวนนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับของแต่ละองค์ประกอบย่อย เปรียบเทียบระหว่างการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 3



จากภาพ 4 พบว่าองค์ประกอบที่นักเรียนส่วนใหญ่แสดงระดับความก้าวหน้าสูงขึ้น ได้แก่ การค้นหาปัญหา การนิยามปัญหา การเตรียมการก่อนลงมือปฏิบัติ และการวางแผนเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ ในขณะที่องค์ประกอบที่นักเรียนแสดงระดับความก้าวหน้าสูงขึ้นได้ค่อนข้างน้อย ได้แก่ การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย และการสร้างแนวคิดที่สร้างสรรค์

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โครงการเป็นฐานร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบกับเกณฑ์ระดับดี

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยนำผลคะแนนการทดสอบครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นการทดสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์ กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการเทียบเป็นเกณฑ์ระดับดี คือร้อยละ 60 คิดเป็น 16 คะแนน จากคะแนนเต็ม 27 คะแนน โดยใช้สถิติ One-sample *t*-test กำหนดสมมติฐานศูนย์ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 16 ($H_0: \mu = 16$) และสมมติฐานทางเลือก คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนมีค่าไม่เท่ากับ 16 ($H_1: \mu \neq 16$) พร้อมผลการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลโดยใช้สถิติ Cohen's *d* มีผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (ตาราง 5)

ตาราง 5

ค่าสถิติพื้นฐาน และสถิติทดสอบ One-sample *t*-test และขนาดอิทธิพล จากการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ระดับดี

| การทดสอบ | n | M | SD | t-test | Sig. | Effect size (Cohen's d) |
|-----------|----|-------|------|--------|------|-------------------------|
| หลังเรียน | 40 | 15.83 | 4.09 | -0.27 | 0.79 | -0.04 |

ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น พบว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากแบบทดสอบหลังเรียนมีการกระจายของข้อมูลไม่แตกต่างจากโค้งปกติ (Shapiro-Wilk = 0.96; $p = 0.13$) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ระดับดีที่ 16 คะแนน พบว่าระดับคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนไม่แตกต่างจาก 16 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = -0.27$ และ $p = .79$) และพบขนาดอิทธิพลในระดับต่ำมาก (Cohen's $d = -0.04$) แสดงถึงคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์เล็กน้อย โดยไม่แตกต่างในทางปฏิบัติ

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความถี่และร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละช่วงซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับคะแนนตามเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (ตาราง 6)

ตาราง 6

จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละช่วงคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทั้ง 3 ครั้ง

| การทดสอบ หลังแผนที่ | ระดับ | ดีมาก | ดี | พอใช้ | อ่อน | อ่อนมาก |
|------------------------|--------------------|-------|-------|-------|------|---------|
| | ช่วงคะแนน | 22-27 | 16-21 | 11-15 | 5-10 | 0-4 |
| 1 | จำนวนนักเรียน (คน) | 0 | 14 | 19 | 7 | 0 |
| | ร้อยละ | 0 | 35 | 47.5 | 17.5 | 0 |
| 2 | จำนวนนักเรียน (คน) | 2 | 13 | 17 | 8 | 0 |
| | ร้อยละ | 5 | 32.5 | 42.5 | 20 | 0 |
| 3 | จำนวนนักเรียน (คน) | 5 | 15 | 18 | 2 | 0 |
| | ร้อยละ | 12.5 | 37.5 | 45 | 5 | 0 |

จากตาราง 6 พบว่า ในการทดสอบแต่ละครั้งจำนวนของนักเรียนที่อยู่ในระดับความสามารถที่สูงขึ้นจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับ ตัวอย่างเช่นจากการทดสอบหลังแผนที่ 1 ไม่มีนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับดีมาก แต่เมื่อทดสอบหลังแผนที่ 2 และหลังแผนที่ 3 พบว่ามีนักเรียนที่มีคะแนนในระดับดีมากเพิ่มขึ้นตามลำดับ อีกทั้งนักเรียนที่มีคะแนนในระดับอ่อนก็มีจำนวนที่ลดลงเหลือเพียง 2 คน ในครั้งสุดท้าย

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้นำเสนอประเด็นอภิปรายผลการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 2 ประเด็น ที่เป็นข้อบ่งชี้ในการพัฒนาความก้าวหน้าในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน ได้แก่ 1) ความท้าทายของภาระงานที่มีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และ 2) เงื่อนไขจากการสอบที่ส่งผลกระทบต่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ มีรายละเอียดแสดงดังต่อไปนี้

ประเด็นแรก คือ ความท้าทายของภาระงานที่มีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับในการวิจัยนี้ภาระงานที่นักเรียนต้องทำในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีความท้าทายที่เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเปรียบเทียบภาระงานของแผนรายหน่วยที่ 1 และหน่วยที่ 3 พบว่า

ในหน่วยที่ 1 เป็นการทำให้สิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนมีความคุ้นเคยอยู่ก่อนแล้วค่อนข้างมาก แต่ในหน่วยที่ 3 นักเรียนจะต้องกำหนดประเด็นปัญหาด้วยตนเองแล้วสร้างสรรค์สิ่งที่ทั้งแปลกใหม่และแก้ปัญหาได้ โดยจากการสังเกตระหว่างการทำกิจกรรมของนักเรียน ในระหว่างกิจกรรมของหน่วยที่ 3 นักเรียนอภิปรายร่วมกันในทุกขั้นตอนที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ทดสอบและทำซ้ำในแต่ละขั้นตอนอยู่หลายครั้ง และใช้เวลาที่ค่อนข้างมากก่อนจะได้สิ่งประดิษฐ์ออกมา ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่าความก้าวหน้าในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนเมื่อเปรียบเทียบการทดสอบครั้งที่ 1 และ 3 มีนักเรียนมากถึง 18 คนที่แสดงการเพิ่มขึ้นของระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบของ Jäder (2019) ที่ระบุว่าลักษณะของภาระงานที่จะพัฒนาทั้งความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ต้องมีความท้าทาย กล่าวคือการสร้างวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนจะเกิดขึ้นได้ต้องใช้ทั้งความรู้และทักษะที่เหนือกว่าประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพราะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนพัฒนากระบวนการคิด และค้นหาวิธีการใหม่ โดยในการวิจัยครั้งนี้มีกิจกรรมที่ต้องใช้ทั้งความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้วก่อนหน้า แต่ในการปฏิบัติงานจริงนักเรียนต้องค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม และมีกระบวนการขณะทำงานที่ซับซ้อนมากขึ้น ตัวอย่างเช่นในกิจกรรมประดิษฐ์เครื่องกำเนิดไฟฟ้า แมว่านักเรียนจะได้เข้าใจหลักการทำงานของมอเตอร์และไดนาโมมาก่อนแล้ว แต่เมื่อปฏิบัติจริงนักเรียนต้องทำความเข้าใจกับการต่อวงจร และการสร้างอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดการหมุนอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นสิ่งที่นอกเหนือจากขอบเขตความรู้เดิมของนักเรียน หรือในการวางแผนเพื่อแก้ปัญหาตามที่นักเรียนสนใจ นักเรียนมีประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบโดยมีครูแนะนำกระบวนการในแต่ละขั้นตอน แต่เมื่อเป็นโครงการที่นักเรียนต้องออกแบบเองในทุกขั้นตอน ในการทำงานของนักเรียนก็จำเป็นต้องมีการพูดคุยระดมสมองร่วมกันมากขึ้นเพื่อให้สามารถวางแผนได้อย่างเป็นขั้นตอน

นอกเหนือจากภาระงานที่มีความท้าทาย Sagoro and Aghni (2024) ระบุว่า ภาระงานที่ครูกำหนดต้องทำให้ผู้เรียนเกิดเป้าหมายการเรียนรู้ (learning goal) ในการทำให้สำเร็จ โดยครูเป็นผู้ช่วยเสริมต่อการเรียนรู้ (scaffolding) ในระหว่างกิจกรรมเพื่อลดผลจากความซับซ้อนของงาน และการเกิดภาระทางปัญญา (cognitive load) ซึ่งในระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้สิ่งหนึ่งที่ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่านักเรียนมักจะตกหล่น หรือเป็นสิ่งที่นักเรียนทำได้ยากด้วยตนเอง คือการวางแผนประเมินผลการใช้งานของสิ่งประดิษฐ์ ดังนั้นในระหว่างที่นักเรียนกำลังจะไปถึงขั้นตอนนี้จึงมักเกิดคำถามกับครูเกี่ยวกับแนวทางการประเมินผล ซึ่งครูจะช่วยเสริมต่อในส่วนนี้ผ่านการตั้งคำถามชวนคิด หรือให้คำแนะนำ เช่น หากนักเรียนต้องการเก็บผลเป็นเวลาหลายวันหรือหลายครั้ง จะบันทึกผลอย่างไร หรือหากจะติดตามผลในประเด็นนี้ต้องบันทึกอะไรบ้าง เพื่อให้นักเรียนได้นำคำแนะนำที่ครูให้ไปใช้ในการปรับปรุงวิธีการประเมินผลสิ่งประดิษฐ์ของกลุ่มตนเอง รวมไปถึงในระหว่างที่นักเรียนกำลังใช้ความคิดทั้งกับตนเองและกับกลุ่มในเรื่องการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ให้มีความแปลกใหม่ ครูได้ให้คำแนะนำเพื่อต่อยอดการคิดของนักเรียน เช่น หากเปลี่ยนวัสดุเป็นอีกประเภทหนึ่ง หรือหากลองเปลี่ยนรูปร่างหน้าตาเป็นอีกแบบหนึ่งจะสามารถทำได้หรือไม่

จากประเด็นที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่า การให้ภาระงานที่มีความท้าทายที่เพิ่มขึ้นตามลำดับภายใต้การให้คำแนะนำของครูจึงเป็นลักษณะของกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมทั้งความคิดสร้างสรรค์และการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน

ประเด็นที่สอง คือ เงื่อนไขจากการสอบที่ส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ในการพิจารณาความก้าวหน้าในการเรียนรู้แต่ละองค์ประกอบย่อย พบว่า องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการสร้างแนวคิด ได้แก่ การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย และการสร้างแนวคิดที่สร้างสรรค์ เป็นองค์ประกอบที่มีนักเรียนแสดงการเพิ่มขึ้นของระดับความก้าวหน้าค่อนข้างน้อย โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในระดับคงที่ และลดลง ผู้วิจัยจึงได้ตั้งข้อสังเกตและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับข้อจำกัดของการพัฒนาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการคิดสร้างสรรค์มาเป็นประเด็นในการอภิปรายผลดังต่อไปนี้

ในการวิจัยนี้พบว่า ขณะดำเนินกิจกรรมในห้องเรียน นักเรียนสามารถออกแบบสิ่งประดิษฐ์ได้หลากหลาย และบางแบบมีความแปลกใหม่ โดยเฉพาะช่วงการระดมสมองร่วมกันในกลุ่ม อย่างไรก็ตาม เมื่อทำแบบวัดภายใต้เวลาที่จำกัด นักเรียนไม่สามารถแสดงความสามารถในการคิดที่หลากหลายและสร้างสรรค์ได้เต็มที่ ซึ่งสอดคล้องกับ Metwaly et al. (2020) ที่ระบุว่า เวลาในการสอบที่จำกัดส่งผลต่อความคิดริเริ่ม (originality) โดยเมื่อนักเรียนมีเวลามากขึ้น จะสามารถแสดงพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ได้ดีกว่า แต่หากเวลาไม่เพียงพอ นักเรียนมักเลือกแนวทางที่คุ้นเคย เช่นเดียวกับ Paek et al. (2021) ที่วิเคราะห์ข้อมูลอภิปรายเกี่ยวกับผลของเวลาในการทำงานต่อความคิดสร้างสรรค์ พบว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวมีลักษณะเป็นโค้งรูปตัว J แบบกลับด้าน กล่าวคือ ความคิดสร้างสรรค์จะเพิ่มขึ้นตามเวลา แต่เมื่อถึงจุดหนึ่งจะคงที่ โดยเฉพาะในด้านความคิดริเริ่ม และไม่พบว่าการให้เวลามากขึ้นจะส่งผลเสีย

นอกจากนี้ Metwaly et al. (2020) ยังพบว่าคำชี้แจงที่ชัดเจนส่งผลต่อพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก เช่น การระบุให้ “คิดวิธีการที่แปลกใหม่” จะกระตุ้นให้เกิดความคิดริเริ่มมากกว่าคำชี้แจงทั่วไป ซึ่งสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมในงานวิจัยนี้ ที่ครูเน้นย้ำให้นักเรียนคิดอย่างหลากหลายและแปลกใหม่ ส่วนแบบวัดแม้จะมีการกำหนดให้ “เสนออย่างน้อย 3 สิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่” แต่ถ้อยคำ “อย่างน้อย 3” อาจเป็นข้อจำกัดที่ทำให้ให้นักเรียนเน้นตอบตามจำนวนขั้นต่ำ แทนที่จะคิดอย่างหลากหลายอย่างแท้จริง โดยจากการสอบถามหลังทำแบบวัด นักเรียนหลายคนระบุว่า ข้อจำกัดด้านเวลาทำให้ไม่สามารถคิดแนวทางที่แปลกใหม่ได้มากนัก เพราะกังวลว่าจะไม่มีเวลาเขียนคำตอบในข้อถัดไป จึงหยุดที่ 3 แบบ และเลือกแนวทางที่อธิบายต่อได้ง่าย ซึ่งสอดคล้องกับ Prokofieva et al. (2024) ที่ระบุว่า การประเมินผ่านแบบทดสอบก่อให้เกิดความวิตกกังวลจากการถูกประเมิน (test anxiety) ซึ่งสัมพันธ์เชิงลบกับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ขณะที่การประเมินผ่านกิจกรรมที่สนุกและใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จะส่งเสริมการคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว และความยืดหยุ่นได้ดีกว่า

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าเงื่อนไขที่เกิดขึ้นจากการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วยการทำแบบทดสอบ ได้แก่ เวลาในการสอบที่จำกัด ลักษณะข้อคำถามที่ใช้ และความกังวลที่เกิดขึ้นเมื่อถูกประเมิน ล้วนส่งผลต่อในเชิงลบระดับความสามารถในองค์ประกอบการสร้างแนวคิดของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัยพบว่า แต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีระดับความยากง่ายในการพัฒนาที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแนวคิด (Generating of idea) ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) ดังนั้นในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ไปใช้ จึงควรเพิ่มเวลาที่ใช้ในชั้นกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมองค์ประกอบนี้ กล่าวคือขั้นระดมความคิด (ideate)

2. จากการนำรูปแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้พบว่า ในขั้นตอนสร้างต้นแบบ และทดสอบต้นแบบ เป็นขั้นตอนที่จำเป็นต้องให้การช่วยเหลือ หรือให้คำแนะนำกับนักเรียนมากที่สุด ดังนั้นการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ครูควรวางบทบาทตนเองเป็นผู้สนับสนุนให้นักเรียนมองหาจุดที่ต้องปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์ให้ได้มากที่สุด รวมถึงใช้คำถามเพื่อเสริมต่อการคิดให้นักเรียนสามารถค้นพบแนวทางการพัฒนาชิ้นงานของนักเรียนได้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. จากการอภิปรายผลข้างต้นจะพบว่า การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยใช้แบบวัดเขียนตอบ ยังไม่ใช่แนวทางการประเมินที่เหมาะสมที่สุด เพราะทำให้เกิดเงื่อนไขจากการสอบจนทำให้นักเรียนไม่ได้แสดงความสามารถออกมาได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ดังนั้นในการวิจัยครั้งถัดไป ผู้วิจัยสามารถปรับรูปแบบการประเมินให้เป็นการประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment) เช่น สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะปฏิบัติงาน ประเมินจากชิ้นงาน ประเมินจากการเขียนอธิบายสะท้อนคิด

2. การวิจัยนี้เน้นการเก็บข้อมูลความก้าวหน้าในการเรียนรู้ในลักษณะของการพัฒนาระดับความก้าวหน้า (Evolving learning progression) ทั้งนี้ในการดำเนินการวิจัยครั้งถัดไปสามารถเพิ่มการเก็บข้อมูลความก้าวหน้าที่เพิ่มการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Validating learning progression) โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติที่แม่นยำมากขึ้น เช่น การวิเคราะห์ราสซ์โมเดล (Rasch model analysis)

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กวิณนาฏ พลอยกระจ่าง, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, และ บุญเสถียร บุญสูง. (2563). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องเซลล์และการทำงานของเซลล์โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา. ใน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บ.ก.), *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 58: สาขาศึกษาศาสตร์* (น. 20-26). สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ. <https://doi.org/10.14457/KU.res.2020.200>
- จักรกฤต ภูซังค์ประเวศ. (2563). ผลของการจัดการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และคุณภาพผลงานเชิงสร้างสรรค์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. คลังปัญญาจุฬาฯ. <https://doi.org/10.58837/CHULA.THE.2020.652>
- ณัฐวุฒิ อรุณรัตน์ และ ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ (2562). การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับรูปแบบกิจกรรมการสอนด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 18(1), 22-31. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JIE/article/view/175804>
- ไบหยก แซ่ตัน, ศิริวรรณ วณิชพัฒน์วรชัย, และ กฤษฏา วรพิน. (2567). การพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานและแบบร่วมมือกลุ่มสืบเสาะ. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 22(2), 112-128. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/suedujournal/article/view/275070>
- พันธ์ยุทธ น้อยพินิจ, วรินทร์ สุภาพ และ จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม. (2562). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวยด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต*, 13(1), 70-84. <https://doi.org/10.14456/jrtl.2019.6>
- ลือชา ลดาชาติ. (2559). ความก้าวหน้าในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. *วารสารหน่วยวิจัย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 7(1), 141-162. <https://doi.org/10.14456/jstel.2016.11>
- วราลี สิริปิยธรรม, กฤษณา คิตติ, และ ผดุงชัย ภูพัฒน์. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 14(2), 221-227. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JIE/article/view/122341>
- ศศิมา นองสุข และ พรณวิไล ดอกไม้. (2566). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารสหวิทยาการวิจัยและวิชาการ*, 3(5), 315-333. <https://doi.org/10.14456/iarj.2023.256>

สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์. (2558). *คู่มือครู การจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์*.

<https://candmbsri.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/05/crative-problem-solving.pdf>

เสมอภาณุ โสภณศิริรักษ์, สุรวิทย์ อัสสพันธุ์ และ จิตา ทับพันธุ์. (2566). การศึกษาและพัฒนาองค์ประกอบด้านสมรรถนะในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ จากกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์.

วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์, 17(3), 209-224.

<https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JournalGradVRU/article/view/261030>

ภาษาอังกฤษ

Boyles, M. (2022). *What is creative problem-solving & why is it important?*. Harvard Business School (Online). <https://online.hbs.edu/blog/post/what-is-creative-problem-solving>

Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review*, 86(6), 84-92.

<https://readings.design/PDF/Tim%20Brown,%20Design%20Thinking.pdf>

Buck Institute for Education. (2022). *Gold standard PBL: Essential project design elements*.

<https://www.pblworks.org/what-is-pbl/gold-standard-project-design>

DeHaan, R. L. (2009). Teaching creativity and inventive problem solving in science.

CBE—Life Sciences Education, 8(3), 172-181. <https://doi.org/10.1187/cbe.08-12-0081>

Gallacher, T., & Johnson, M. (2019). “Learning progressions”: A historical and theoretical discussion. *Research Matters: A Cambridge Assessment publication*, 28(Autumn 2019), 10-16. <https://www.cambridgeassessment.org.uk/Images/561967--learning-progressions-a-historical-and-theoretical-discussion.pdf>

Idin, Ş. (2020). New trends in science education within the 21st century skills perspective.

In S. A. Kiray, M. Shelley, & I. Duran (Eds.), *Education Research Highlights in Mathematics, Science and Technology 2020* (pp. 150–159). ISRES Publishing.

Jäder, J. (2019, February). *Task design with a focus on conceptual and creative challenges* [Paper presentation]. The Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME11), Utrecht University, Netherlands.

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02423408>

Jia, L., Jalaludin, N., & Rasul, S. (2023). Design thinking and project-based learning (DT-PBL): A review of the literature. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 22(8), 376–390. <https://doi.org/10.26803/ijlter.22.8.20>

- Jiang, C., & Pang, Y. (2023). Enhancing design thinking in engineering students with project-based learning. *Computer Applications in Engineering Education*, 31(4), 814–830. <https://doi.org/10.1002/cae.22608>
- Karamustafaoğlu, O., & Pektaş, H. M. (2023). Developing students' creative problem-solving skills with inquiry-based STEM activity in an out-of-school learning environment. *Education and Information Technologies*, 28(6), 7651-7669. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11496-5>
- Lusiana, R., & Andari, T. (2020). Brain based learning to improve students' higher order thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1613(1), 012004. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1613/1/012004>
- Maknuunah, L., Kuswandi, D., & Soepriyanto, Y. (2021, January). *Project-based learning integrated with design thinking approach to improve students' critical thinking skill* [Paper presentation]. The International Conference on Information Technology and Education (ICITE 2021), Malang, Indonesia.
- Metwaly, S., Fernández-Castilla, B., Kyndt, E., & Van den Noortgate, W. (2020). Testing conditions and creative performance: Meta-analyses of the impact of time limits and instructions. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 14(1), 15-38. <https://doi.org/10.1037/aca0000244>
- Paek, S. H., Abdulla Alabbasi, A. M., Acar, S., & Runco, M. A. (2021). Is more time better for divergent thinking? A meta-analysis of the time-on-task effect on divergent thinking. *Thinking Skills and Creativity*, 41, 100894. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100894>
- Plattner, H. (2018). *Design thinking bootleg d.School*. Institute of Design at Stanford University. <https://dschool.stanford.edu/resources/design-thinking-bootleg>
- Prokofieva, V., Fenouillet, F., & Romero, M. (2024). The effects of assessment instruction and test anxiety on divergent components of creative problem-solving tasks. *Frontiers in Education*, 9, 1-9. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1440248>
- Sagoro, E. M., & Aghni, R. I. (2024). The influence of scaffolding and task complexity on the cognitive load of startups: An experiment. In G. W. Pradana et al. (Eds.), *Proceedings of the 4th International Conference on Social Sciences and Law (ICSSL 2024)* (pp. 158–165). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-303-0_16

- Smith, C. L., Wiser, M., Anderson, C. W., & Krajcik, J. (2006). Implications of research on children's learning for standards and assessment: A proposed learning progression for matter and the atomic-molecular theory. *Measurement*, 4(1-2), 1-98. <https://doi.org/10.1080/15366367.2006.9678570>
- Treffinger, D. J., Edwin, C. S., & Scott, G. I. (2008). Understanding individual problem-solving style: A key to learning and applying creative problem solving. *Learning and Individual Differences*, 18(4), 390-401. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lindif.2007.11.007>
- Wikanta, W., & Susilo, H. (2022). Higher order thinking skills achievement for biology education students in case-based biochemistry learning. *International Journal of Instruction*, 15(4), 835-854. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.15445a>
- Willemsen, R. H., de Vink, I. C., Kroesbergen, E. H., & Lazonder, A. W. (2024). Strengthening creative problem-solving within upper-elementary science education. *The Journal of Creative Behavior*, 58(1), 137-150. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jocb.639>