

The Results of Developing Problem-based Learning Activities to Enhance Creativity of Grade 9 Students

Palakorn Chanakulthananan^{1*}

Received: January 23, 2025 Revised: April 18, 2025 Accepted: April 19, 2025

Abstract

The purpose of this research was to: 1) develop and evaluate the effectiveness of problem-based learning (PBL) activities that enhance students' creativity based on the 80/80 efficiency criterion; 2) examine the effects of implementing these learning activities; and 3) assess students' satisfaction with the PBL activities. The research and development methodology was used, consisting of three phases: Phase 1, the development and evaluation of the learning activities included (1) a lesson plan, (2) a creativity test, and (3) a component-based scoring rubric; Phase 2, the trial implementation of the activities with 36 Grade 9 students from Ratchasima Witthayalai School, selected through purposive sampling during the first semester of the 2023 academic year; and Phase 3, gathering students' feedback on the learning activities. The results showed that the developed learning activities met the 80/80 efficiency criterion. Students' creativity improved significantly, with post-test scores significantly higher than pre-test scores at the 0.01 level ($p < 0.05$). Additionally, students also expressed a high level of satisfaction with the learning activities. However, the study was limited by using a sample from only one school, which may affect the generalizability of the findings. Future research should include more diverse samples and apply the activities in other subjects or other grade levels to increase reliability and practical applicability across different educational contexts.

Keywords: Learning Activities; Problem-based Learning; Creativity

¹ Department of Mathematics in Ratchasima Witthayalai School, Nakhon Ratchasima

* Corresponding author e-mail: palakorn@rjsima.ac.th

ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

พลากร ชนะกุลนานันท์¹

รับบทความ: 23 มกราคม 2568 แก้ไขบทความ: 18 เมษายน 2568 รับผิดชอบ: 19 เมษายน 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนตามเกณฑ์ 80/80 2) ศึกษาผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การวิจัยและพัฒนา ขั้นตอนการดำเนินการ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้ (2) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ และ (3) เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 36 คน จากการเลือกแบบเจาะจง โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 และขั้นตอนที่ 3 การศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และนักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับ .01 นอกจากนี้ นักเรียนยังมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมาก อย่างไรก็ตาม การวิจัยนี้มีข้อจำกัดจากการใช้กลุ่มตัวอย่างจากโรงเรียนเดียว ซึ่งอาจส่งผลต่อการนำผลวิจัยไปประยุกต์ใช้ในวงกว้าง ควรเพิ่มความหลากหลายของกลุ่มตัวอย่าง และทดลองใช้กับรายวิชาหรือระดับชั้นอื่น เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือและขยายการนำไปใช้จริงในหลายบริบท

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้; การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน; ความคิดสร้างสรรค์

¹ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จังหวัดนครราชสีมา

* Corresponding author e-mail: palakorn@rajsima.ac.th

บทนำ

ในยุคที่โลกเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในทุกมิติ ทั้งด้านสังคม เศรษฐกิจ และเทคโนโลยี การพัฒนาทักษะที่ตอบสนองต่อความต้องการในศตวรรษที่ 21 ถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเตรียมตัวเพื่อความสำเร็จในอนาคต ทักษะความคิดสร้างสรรค์ เป็นหนึ่งในทักษะที่ได้รับความสนใจและยอมรับในระดับสากลว่าเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการเรียนรู้ การทำงาน และการพัฒนาชีวิตในยุคปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น ความคิดสร้างสรรค์ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการออกแบบหรือสร้างสรรค์ผลงานใหม่ ๆ แต่ยังรวมถึงความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน และการคิดเชิงนวัตกรรมที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Saavedra & Opfer, 2012)

ในบริบทของการศึกษา การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงและการเรียนรู้ที่ยั่งยืน จากการประเมิน PISA (Program for International Student Assessment) ปี ค.ศ. 2022 ซึ่งเป็นการประเมินความสามารถด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับนานาชาติ พบว่า ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ 394 คะแนน ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD ที่ 472 คะแนน ขณะที่ด้านการอ่านและวิทยาศาสตร์อยู่ที่ 410 และ 415 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ที่อยู่ที่ 476 และ 485 คะแนน ตามลำดับ (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2023) ผลดังกล่าวสะท้อนถึงความท้าทายสำคัญของระบบการศึกษาไทยในการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมสำหรับอนาคตที่เปลี่ยนแปลงรวดเร็วและมีความไม่แน่นอนสูง

ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นช่วงเวลาที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน เนื่องจากในช่วงวัยนี้นักเรียนเริ่มต้นพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การวิเคราะห์ข้อมูล และการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นและการเผชิญกับสถานการณ์ที่ท้าทายในอนาคต (Barrows, 1996) การพัฒนาทักษะเหล่านี้ในช่วงเวลานี้จึงมีความสำคัญต่อการเตรียมความพร้อมของนักเรียน ทั้งในด้านการศึกษาต่อเนื่องและการใช้ชีวิตในโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะการเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์ที่จะช่วยให้พวกเขาสามารถหาวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในชีวิตจริง

จากรายงานของ Office of the National Economic and Social Development Council (2020) การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการของตลาดแรงงานและการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ถือเป็นเป้าหมายสำคัญในแผนการศึกษาแห่งชาติของประเทศไทย โดยเฉพาะในด้านการเสริมสร้างทักษะที่จำเป็นในการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนและบุคลากรที่สามารถทำงานในสภาพแวดล้อมที่มีความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การสร้างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหาที่ซับซ้อน และการคิดสร้างสรรค์เป็นหนึ่งในทักษะสำคัญที่ช่วยให้บุคคลสามารถแข่งขันในตลาดแรงงานและปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม แม้ว่ารัฐบาลและองค์กรต่าง ๆ ให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะเหล่านี้ แต่การเรียนการสอนในปัจจุบันยังคงมีข้อจำกัดในด้านการบูรณาการกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการส่งเสริมความคิด

สร้างสรรค์และการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพในหลายแห่ง การเรียนการสอนยังคงมุ่งเน้นการถ่ายทอดความรู้เชิงเนื้อหาที่มีลักษณะการสอนแบบบรรยายหรือการท่องจำ ซึ่งไม่สามารถส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างเต็มที่ นอกจากนี้ กระบวนการเรียนรู้ในหลาย ๆ สถานศึกษายังไม่สามารถบูรณาการให้เกิดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางซึ่งช่วยให้นักเรียนมีโอกาสด้านการคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่สร้างสรรค์มากขึ้น ในขณะที่การเรียนการสอนในรูปแบบดังกล่าวยังคงอยู่ในกรอบที่จำกัด ทำให้ไม่สามารถพัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในด้านการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและตอบสนองต่อความท้าทายในอนาคตได้อย่างครบถ้วน (Thammachart, 2017; Sombatphon, 2014)

อย่างไรก็ตาม แม้จะมีการตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ระดับชาติและนานาชาติ แต่ในบริบทของโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ยังมีทักษะความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ โดยจากการสำรวจเบื้องต้นของผู้วิจัยร่วมกับครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โดยใช้แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ตามกรอบของ Torrance (Torrance Tests of Creative Thinking: TTCT) กับนักเรียนจำนวน 36 คน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของทักษะความคิดสร้างสรรค์อยู่ที่ 41.72 คะแนนจากคะแนนเต็ม 72 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลผลของ Torrance (Kim, 2006) นอกจากนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มเดียวกันในรายวิชาคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ 5 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 64.83 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยรวมของระดับชั้นซึ่งอยู่ที่ 71.45 คะแนน และจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็น ไม่กล้านำเสนอแนวคิดใหม่ และไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สถานการณ์ดังกล่าวสะท้อนถึงความจำเป็นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง และพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์อย่างเป็นระบบ ซึ่งแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning: PBL) จึงเป็นแนวทางที่มีความเหมาะสมกับบริบทของผู้เรียนกลุ่มนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นซึ่งมีศักยภาพสูงในการพัฒนาแนวคิดสร้างสรรค์และการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริง (Barrows, 1996; Hmelo, 1998)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นหนึ่งในแนวทางการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการพัฒนาทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ซึ่งรวมถึงทักษะการคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน การคิดเชิงวิพากษ์ และการสื่อสาร (Hmelo, 1998) แนวทางนี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากปัญหาจริงที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมที่เป็นจริง ซึ่งไม่เพียงแต่ช่วยให้พวกเขาคิดและวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ซับซ้อน แต่ยังเชื่อมโยงความรู้เดิมของพวกเขาเข้ากับบริบทใหม่ ๆ เพื่อพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ กระบวนการนี้มีศักยภาพในการกระตุ้นการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ดี นอกจากนี้ การใช้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานยังช่วยเสริมสร้างทักษะการทำงานร่วมกันในกลุ่ม ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่นักเรียนต้องมีในโลกที่มีการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างใกล้ชิด (Panasiri, 2019) ตัวอย่างการประยุกต์ใช้แนวทาง PBL ในประเทศไทยได้แก่ การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านขั้นตอนของโพลยา (George Pólya) ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานในเรื่อง หลักการนับเบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการศึกษา พบว่า แนวทางนี้สามารถส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ดี โดยนักเรียนสามารถเชื่อมโยงทฤษฎีกับสถานการณ์จริงได้ (Niamjapo, 2024) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ PBL เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ในบริบทของนักเรียนไทยยังคงมีจำนวนจำกัด

การวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยเน้นการออกแบบกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และสร้างสรรค์ผลงานที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงได้ คาดหวังว่าผลลัพธ์จากการวิจัยครั้งนี้จะสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในอนาคต และช่วยส่งเสริมการพัฒนาทักษะที่สำคัญสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อเปรียบเทียบระดับทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การทบทวนวรรณกรรม

1. แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

เป็นวิธีการที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาจริงในสภาพแวดล้อมที่ท้าทาย โดยการเรียนรู้จะมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการคิดและการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่มีการสนับสนุนจากครูและเพื่อนร่วมกลุ่ม (Barrows & Tamblyn, 1980) การเรียนรู้ในลักษณะนี้ช่วยเสริมทักษะการคิดเชิงวิจารณ์ญาณ และการสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยเน้นการเรียนรู้ที่เป็นปัญหาที่มีความท้าทายและสามารถนำไปใช้ได้จริง (Savery, 2006)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ยังช่วยพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกันและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่ม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ (Hmelo, 1998) โดยการให้โอกาสนักเรียนในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและต้องใช้ความคิดหลายมุมมอง จะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างเต็มที่ (Jonassen, 1999)

การศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ยังคงเป็นประเด็นที่ควรให้ความสนใจ เนื่องจากงานวิจัยในปัจจุบันยังมีข้อจำกัด เช่น การศึกษาในบริบทที่หลากหลาย ทั้งในแง่ของระดับชั้นเรียน วิชาที่แตกต่างกัน และรูปแบบการประเมินผลที่มีความยืดหยุ่น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อทำความเข้าใจถึงกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และผลกระทบที่มีต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในกลุ่มตัวอย่างที่มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

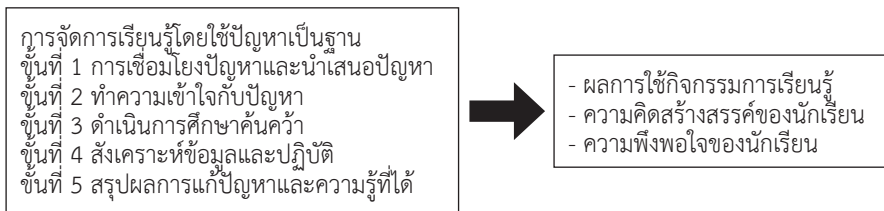
Amabile (2018) เสนอว่า ความคิดสร้างสรรค์เกิดจากการรวมกันของความรู้ ความสามารถ และแรงจูงใจภายใน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ไม่ได้เกิดขึ้นเพียงจากความรู้หรือทักษะเท่านั้น แต่ต้องมีแรงจูงใจที่ทำให้บุคคลสามารถแสดงออกถึงความคิดใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหาหรือทำงานต่าง ๆ

Sternberg (2006) กล่าวถึง กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ที่เกิดจากการผสมผสานของการคิดเชิงวิจารณ์ญาณและการคิดที่มีความยืดหยุ่น โดยการคิดในหลายมุมมองและการหาทางเลือกที่หลากหลายช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้

แม้ว่าจะมีงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาผลกระทบของการใช้กลยุทธ์การเรียนรู้ต่าง ๆ ในการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ แต่การศึกษาเกี่ยวกับการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ยังคงมีข้อจำกัด โดยเฉพาะในด้านการศึกษาในบริบทที่หลากหลาย เช่น การเปรียบเทียบผลของการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับวิธีการเรียนรู้อื่น หรือการศึกษาผลกระทบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในระดับการศึกษาที่แตกต่างกัน การวิจัยในกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลาย ทั้งในแง่ของวิชาเรียนและระดับชั้นเรียน จึงสามารถช่วยขยายขอบเขตการศึกษาได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ โดยให้ผู้เรียนแก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อนและท้าทาย รวมทั้งการทำงานร่วมกันในกลุ่ม ช่วยกระตุ้นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและพัฒนาความคิดใหม่ ๆ การเชื่อมโยงกับทฤษฎีของ Amabile และ Sternberg ยังชี้ให้เห็นว่าความคิดสร้างสรรค์เกิดขึ้นจากการผสมผสานปัจจัยต่าง ๆ ทั้งความรู้ ทักษะ และแรงจูงใจ (Amabile, 2018; Sternberg, 2006)

กรอบแนวคิด



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ดำเนินการ 3 ขั้นตอน ดังนี้
ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้วิจัยศึกษางานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งเน้นการใช้ปัญหาจริงเป็นตัวเริ่มต้นของการเรียนรู้ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน ผ่านการทำงานกลุ่มและการค้นคว้าด้วยตนเอง

2. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การประยุกต์อนุพันธ์ รายวิชาคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ 5 ค20211 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จำนวน 6 แผนการเรียนรู้ใช้เวลา 12 ชั่วโมง เน้นหาเน้นการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์

อนุพันธ์และสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

3. หลังจากการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยดำเนินการให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านวิธีการเรียนรู้ ด้านความสอดคล้องกับหลักสูตร ด้านการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และด้านการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบ โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 5 คน เพื่อประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมในด้านต่าง ๆ

4. ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงกิจกรรม และทดสอบประสิทธิผลของกิจกรรมที่พัฒนาขึ้น โดยใช้ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) เพื่อวัดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา

5. การทดสอบประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ ดำเนินการในกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 36 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) นักเรียนกลุ่มนี้มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกับกลุ่มทดลองที่ใช้ในการทดลองจริง การเก็บข้อมูลใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยมีสถานการณ์ปัญหาจำนวน 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถามวัดความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ จำนวน 8 ข้อ ผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ค่าความยาก (P) อยู่ระหว่าง 0.25-0.70 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.30-0.50 และค่าความเชื่อมั่นโดยสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) เท่ากับ 0.80 โดยตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้วยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในด้านการวัดและการประเมินผล เพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องมือมีความสอดคล้อง ครอบคลุม และมีความน่าเชื่อถือในการวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในทุกมิติที่ต้องการ

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยนำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงจากผลการประเมินในขั้นตอนที่ 1 มาใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเปรียบเทียบระดับทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดการดำเนินการ ดังนี้

1. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง โดยกำหนดเกณฑ์เฉพาะเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีคุณลักษณะสอดคล้องกับกลุ่มทดลองที่ใช้ในการศึกษาจริง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จังหวัดนครราชสีมา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 36 คน โดยพิจารณาจากเกณฑ์ในการคัดเลือก คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นซึ่งอยู่ในช่วงวัยเดียวกับกลุ่มเป้าหมายของการทดลอง มีพื้นฐานความรู้และผลการเรียนในระดับที่ใกล้เคียงกัน มีความพร้อมและความสนใจเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่กำหนด และได้รับอนุญาตจากโรงเรียนให้เข้าร่วมการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย กลุ่มนักเรียนนี้จึงถือว่ามีความเหมาะสมและใกล้เคียงกับกลุ่มทดลองจริง ซึ่งช่วยให้ผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือและสามารถสะท้อนประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องและตรงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา

2. การดำเนินการตามกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 การเตรียมตัวก่อนการเรียนรู้ ผู้วิจัยประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อเก็บข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาของนักเรียน

2.2 การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในขั้นตอนนี้ผ่านการปรับปรุงและพัฒนาให้สมบูรณ์หลังจากการทดสอบประสิทธิภาพในขั้นตอนที่ 1 โดยมุ่งเน้นที่การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยผู้วิจัยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหา และทักษะที่ต้องการส่งเสริมความท้าทายและเกี่ยวข้องกับชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่สามารถกระตุ้นการคิดและการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่สร้างสรรค์ โดยกิจกรรมดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเชื่อมโยงปัญหาและนำเสนอปัญหา เลือกปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชา และทักษะที่ต้องการส่งเสริม โดยนักเรียนร่วมกันอภิปรายและกำหนดปัญหา

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาผ่านการอภิปรายและการศึกษาข้อมูล

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนศึกษาค้นคว้า และเก็บข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ข้อมูลและปฏิบัติ นักเรียนเสนอทางเลือกและวิธีการแก้ปัญหาผ่านการคิดวิเคราะห์ และคิดริเริ่ม

ขั้นที่ 5 สรุปผลการแก้ปัญหาและความรู้ที่ได้ นักเรียนสรุปผลการแก้ปัญหาจากข้อมูลที่ได้รับและแสดงผลการคิดสร้างสรรค์

2.3 การประเมินผลหลังการเรียนรู้ ผู้วิจัยประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนอีกครั้งโดยใช้แบบทดสอบเดียวกัน เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการเรียนรู้

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ผลการทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้ ถูกวิเคราะห์ด้วย repeated measures ANOVA และ paired sample t-test เพื่อทดสอบความแตกต่างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

รายการประเมิน	ระดับ 4 (ยอดเยี่ยม)	ระดับ 3 (ดี)	ระดับ 2 (พอใช้)	ระดับ 1 (ต้องปรับปรุง)
1. ความคิด คล่องแคล่ว (Fluency)	มีจำนวนแนวคิด หลากหลาย ตอบ สนองได้ดีในหลาย ๆ ด้าน	มีแนวคิดที่หลากหลาย หลายในระดับ ปานกลาง ตอบสนอง ได้บางส่วน	มีแนวคิดจำกัดในบาง กรณี	แนวคิดจำกัดในกรณี ที่ประเมินหรือ แก้ปัญหา
2. ความยืดหยุ่น (Flexibility)	แสดงความสามารถ ในการปรับเปลี่ยน แนวคิดและวิธีการ แก้ปัญหาหลายวิธี	สามารถปรับเปลี่ยน แนวคิดได้ในระดับ ปานกลางแต่ยัง ติดขัดบ้าง	มีความยืดหยุ่นใน แนวคิดจำกัดหรือ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แนวทาง	ไม่มีการปรับเปลี่ยน แนวคิดหรือวิธีการ แก้ปัญหาที่เหมาะสม
3. ความคิดริเริ่ม (Originality)	แนวคิดใหม่หรือวิธี การที่ไม่ซ้ำใคร มีความแปลกใหม่ และแตกต่าง	มีความคิดริเริ่มใน ระดับปานกลาง แต่ยังคงเหมือนกับ แนวคิดทั่วไป	ขาดความคิดริเริ่ม ไม่มีแนวคิดใหม่	แนวคิดซ้ำกับสิ่งที่ เคยมีอยู่หรือกระแ สปกติ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับ 4 (ยอดเยี่ยม)	ระดับ 3 (ดี)	ระดับ 2 (พอใช้)	ระดับ 1 (ต้องปรับปรุง)
4. ความคิด ละเอียดลออ (Elaboration)	สามารถขยายความคิดและรายละเอียดของแนวคิดได้อย่างลึกซึ้ง	ขยายความคิดได้ในระดับพอใช้แต่ยังไม่ครบถ้วน	ขาดการขยายความคิดหรือรายละเอียดที่ชัดเจน	ไม่มีการขยายความคิดหรือรายละเอียดที่สำคัญ

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามแสดงความพึงพอใจ เพื่อสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังจากการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ครบตามจำนวนชั่วโมงที่กำหนด โดยแบบสอบถามประกอบด้วยคำถามหลายด้าน ได้แก่ ความชัดเจนของเนื้อหาการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในชั้นเรียนช่วยเพิ่มความเข้าใจในบทเรียน ความสนุกสนานในการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม การใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยกระตุ้นการคิดอย่างสร้างสรรค์ กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลาที่จัดให้ การประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ในสถานการณ์จริงช่วยให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น ความพึงพอใจโดยรวมต่อกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้มาตราส่วน Likert scale เพื่อให้สามารถวัดระดับความพึงพอใจ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 แสดงถึงความสอดคล้องของเครื่องมือวัด จากนั้นผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากคำตอบแบบเปิด โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และคำนวณค่าเฉลี่ย และร้อยละความพึงพอใจในแต่ละด้าน เพื่อทำการสรุปผลความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้

ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
 - 1.1 ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน แสดงดังตารางที่ 2 โดยผลการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้อง จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่าในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($M=4.69$, $S.D.=0.10$) เมื่อพิจารณารายด้านทุกด้านมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ประกอบด้วย ด้านเนื้อหา ($M=4.62$, $S.D.=0.12$) ด้านวิธีการเรียนรู้ ($M=4.64$, $S.D.=0.12$) ด้านความสอดคล้องกับหลักสูตร ($M=4.74$, $S.D.=0.12$) ด้านการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ($M=4.82$, $S.D.=0.08$) และด้านการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ($M=4.66$, $S.D.=0.12$) แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

กิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	กระบวนการ	ลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้	เวลาที่ใช้
1. เชื่อมโยงปัญหาและ นำเสนอปัญหา	สร้างความเข้าใจ ในปัญหา	ศึกษาสร้างความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงกับเนื้อหาผ่านสถานการณ์ ปัญหาที่กำหนด	15 นาที

ตารางที่ 2 (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	กระบวนการ	ลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้	เวลาที่ใช้
2. ทำความเข้าใจกับ ปัญหา	วิเคราะห์ปัญหา	นักเรียนทำความเข้าใจกับปัญหาเพื่อหาทางแก้ไข ปัญหา และสร้างสมมติฐานที่เกี่ยวข้อง	20 นาที
3. ดำเนินการศึกษา ค้นคว้า	การค้นคว้าข้อมูล	นักเรียนระดมความคิด ศึกษาหาความรู้จากแหล่ง ข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือ เว็บไซต์ หรือการสำรวจ เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา	25 นาที
4. สังเคราะห์ข้อมูลและ ปฏิบัติ	การประมวลผล ข้อมูล	นักเรียนนำข้อมูลที่ค้นคว้ามาวิเคราะห์ แลกเปลี่ยน การเรียนรู้ และสรุปเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาและ ปฏิบัติการต่าง ๆ	25 นาที
5. สรุปผลการแก้ปัญหา และความรู้ที่ได้	การนำเสนอผล	นักเรียนนำเสนอผลการแก้ปัญหาที่ได้จากกระบวนการ เรียนรู้และอภิปรายผลลัพธ์ที่ได้รับ ครูและนักเรียน สะท้อนข้อผิดพลาดและปรับปรุงแก้ไข	15 นาที

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐานของผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็นคำถาม	Mean	S.D.	แปลผล
1. ด้านเนื้อหา	4.62	0.12	มากที่สุด
2. ด้านวิธีการเรียนรู้	4.64	0.12	มากที่สุด
3. ด้านความสอดคล้องกับหลักสูตร	4.74	0.12	มากที่สุด
4. ด้านการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์	4.82	0.08	มากที่สุด
5. ด้านการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา	4.66	0.12	มากที่สุด
ภาพรวม	4.69	0.10	มากที่สุด

หมายเหตุ: เกณฑ์คะแนนเฉลี่ยที่ใช้ในการประเมินผล

- 4.51-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมและความสอดคล้อง ในระดับมากที่สุด
- 3.51-4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมและความสอดคล้อง ในระดับมาก
- 2.51-3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมและความสอดคล้อง ในระดับปานกลาง
- 1.51-2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมและความสอดคล้อง ในระดับน้อย
- 1.00-1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมและความสอดคล้อง ในระดับน้อยที่สุด

1.2 ผลการหาประสิทธิภาพโดยนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3/1 โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 36 คน พบว่า นักเรียนมี
ความก้าวหน้าขึ้นทุกความคิดสร้างสรรค์ มีค่ามากกว่า 0.5 ดังตารางที่ 4 ผู้วิจัยนำผลการหาประสิทธิภาพ
มาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงก่อนนำไปทดลองใช้ จากค่าดัชนีประสิทธิผลจะเห็นว่าการพัฒนาความคิด
ละเอียดลออและความคิดยืดหยุ่น มีค่าดัชนีประสิทธิผลสูงสุด และการพัฒนาด้านความคิดริเริ่มและ
ความคิดคล่องแคล่วก็มีการพัฒนามีนัยสำคัญด้วย โดยภาพรวมการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ
ปัญหาเป็นฐาน มีผลเชิงบวกต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยเฉพาะในด้านความคิด
ละเอียดลออและความคิดยืดหยุ่นที่มีการพัฒนามากที่สุดในช่วงเวลาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตารางที่ 4 ผลการคำนวณดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ความคิดสร้างสรรค์	คะแนนเต็ม	คะแนนรวมก่อนเรียน	คะแนนรวมหลังเรียน	E.I.
1. ความคิดคล่องแคล่ว	32	560	920	0.643
2. ความคิดยืดหยุ่น	32	480	890	0.648
3. ความคิดริเริ่ม	32	470	860	0.634
4. ความคิดละเอียดลออ	32	520	940	0.667
รวม	128	2,030	3,610	0.656

2. ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน รายวิชาคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ 5 เรื่อง การประยุกต์อนุพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน รายวิชาคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ 5 เรื่อง การประยุกต์อนุพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จำนวนนักเรียน	คะแนนประเมินระหว่างเรียน			คะแนนทดสอบหลังเรียน			ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2)
	คะแนนเต็ม	เฉลี่ย	ร้อยละ	คะแนนเต็ม	เฉลี่ย	ร้อยละ	
36	100	93.05	82.18	30	24.11	80.35	82.18/80.35

จากตารางที่ 5 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 82.18/80.35 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด (80/80) แสดงให้เห็นว่าแผนการเรียนรู้มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้ดี

2.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ 5 เรื่อง การประยุกต์อนุพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ 5 เรื่อง การประยุกต์อนุพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	Mean	S.D.	df	t
ก่อนการจัดการเรียนรู้	36	27.64	2.81	35	37.172*
หลังการจัดการเรียนรู้	36	45.26	3.23		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 6 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนรู้ ($M=45.26$, $S.D.=3.23$) สูงกว่าก่อนการเรียนรู้ ($M=27.64$, $S.D.=2.81$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t=37.172$, $df=35$)

3. ผลการเปรียบเทียบระดับทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน รายวิชาคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ 5 เรื่อง การประยุกต์อนุพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สถิติการทดสอบสมมติฐาน t-test Dependent แบบสองกลุ่มไม่เป็นอิสระจากกัน

ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบระดับทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน รายวิชาคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ 5 เรื่อง การประยุกต์อนุพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (คะแนนเต็ม 100)

รายการประเมิน	n	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความแตกต่าง (M2-M1)	t	df	p-value
		M1	S.D.	M2	S.D.				
ความคิดคล่องแคล่ว	36	72.5	6.35	85.2	5.24	12.7	7.11*	35	0.000
ความคิดยืดหยุ่น	36	70.3	5.80	83.1	5.12	12.8	6.89*	35	0.000
ความคิดริเริ่ม	36	74.1	5.12	80.3	4.36	6.2	4.20*	35	0.000
ความคิดละเอียดลออ	36	75.6	5.45	83.9	4.98	8.3	5.15*	35	0.000
รวม	36	73.2	5.68	83.1	4.68	9.9	6.73*	35	0.000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 7 การเปรียบเทียบระดับทักษะความคิดสร้างสรรค์ พบว่า ทักษะความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ หลังการเรียนรู้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p\text{-value} < 0.05$) โดยทุกด้านมีการเปลี่ยนแปลงที่มีความหมาย เช่น ความคิดคล่องแคล่ว ($t=7.11$, $p\text{-value}=0.000$) ความคิดยืดหยุ่น ($t=6.89$, $p\text{-value}=0.000$) เป็นต้น

4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน รายวิชาคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ 5 เรื่อง การประยุกต์อนุพันธ์ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากต่อกิจกรรมการเรียนรู้ทุกด้าน โดยเฉพาะด้านการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ ($M=4.50$, $S.D.=0.60$) และการช่วยเพิ่มความเข้าใจในบทเรียน ($M=4.40$, $S.D.=0.68$) คะแนนเฉลี่ยทั้งหมดอยู่ในระดับดี ($M > 4.00$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากิจกรรม การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ดี

สรุปและอภิปรายผล

1. ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การวิจัยครั้งนี้ พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญที่ให้คะแนนด้านต่าง ๆ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($M=4.69$, $S.D.=0.10$) ซึ่งสะท้อนถึงความสอดคล้องของกิจกรรมกับหลักสูตร การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ที่มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ยังช่วยให้ผู้เรียนฝึกการทำงานร่วมกัน การคิดแก้ปัญหา และการวิจารณ์ผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมายและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ โดยการใช้สถานการณ์ปัญหาจริงในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบขึ้น ทำให้นักเรียนรู้สึกท้าทายและมีแรงจูงใจในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ มากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิดและการตัดสินใจอย่างมีวิจารณญาณ แนวคิดของ Kaufman and Sternberg (2010) สนับสนุนว่า ความคิดสร้างสรรค์สามารถเกิดขึ้นได้จากปัจจัยหลายด้าน เช่น ความสามารถทางสติปัญญา บุคลิกภาพ แรงจูงใจ และสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการคิดอย่างอิสระ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของกิจกรรมที่

ใช้ในงานวิจัยนี้ การวิเคราะห์ผลหลังการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางด้านความคิดสร้างสรรค์ โดยเฉพาะด้านความคิดละเอียดลออและความคิดยืดหยุ่น ซึ่งมีดัชนีประสิทธิผล สูงสุดที่ 0.667 และ 0.648 ตามลำดับ ส่วนด้านความคิดคล่องแคล่วและความคิดริเริ่ม มีการพัฒนาที่เห็นได้ชัด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Tursynkulova et al. (2023) พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลบวกต่อทักษะการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ Simonton (2019) ยังได้เสนอว่า กลไกทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์กับความสามารถในการผสานแนวคิดที่ดูเหมือนไม่เกี่ยวข้องให้เกิดเป็นแนวคิดใหม่ ซึ่งอธิบายได้ว่าเหตุใดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาในชีวิตจริงจึงส่งผลต่อการพัฒนาทักษะนี้ได้ดี อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติในด้านการคิดวิเคราะห์ การใช้เหตุผลเชิงตรรกะ และการตัดสินใจ การศึกษานี้เน้นถึงผลกระทบที่ซับซ้อนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานต่อทักษะทางสติปัญญาต่าง ๆ และแนะนำให้มีการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อส่งเสริมทักษะเหล่านี้ อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าก่อนการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($t=37.172$, $p<.01$). ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนรู้ ($M=45.26$, $S.D.=3.23$) สูงกว่าก่อนการเรียนรู้ ($M=27.64$, $S.D.=2.81$) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ 5 อย่างมีประสิทธิภาพ การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เน้นการใช้ปัญหาจริงในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและกระตือรือร้นในการเรียนรู่มากขึ้น กระบวนการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการคิดเชิงวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาผ่านการทำงานร่วมกันในกลุ่ม นอกจากนี้ นักเรียนยังได้พัฒนาแนวคิดการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ สอดคล้องกับการวิจัยที่ผ่านมาว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ (Barrows & Tamblyn, 1980; Hmelo, 1998; Niamjapo, 2024) ผลการศึกษายังสนับสนุนแนวคิดที่ว่า การเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาจริงสามารถส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 (Thomas, 2000; Krajcik & Blumenfeld, 2005) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ได้จากการประยุกต์ใช้ทักษะที่เรียนรู้จากการแก้ปัญหาจริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ไม่เพียงแต่เน้นการท่องจำ แต่ยังเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างสรรค์แนวทางใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ 5 โดยเฉพาะการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และการประยุกต์ใช้ความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการศึกษาที่เน้นการเรียนรู้เชิงรุกและการพัฒนาทักษะที่สำคัญในการศึกษาของศตวรรษที่ 21

3. ผลการเปรียบเทียบระดับทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในรายวิชาคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ 5 เรื่อง การประยุกต์อนุพันธ์ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่สูงขึ้นทุกด้านหลังจากการเรียนรู้ โดยเฉพาะด้านความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p\text{-value}<0.05$) ซึ่งบ่งชี้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีประสิทธิภาพในการส่งเสริม

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในนักเรียน โดยการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาจริงช่วยกระตุ้นการคิดในเชิงสร้างสรรค์ สอดคล้องกับแนวคิดของ Amabile (2018) ที่ระบุว่าทำให้โอกาสนักเรียนในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและมีความหมาย ช่วยส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ โดยที่ปัจจัยทางสังคมและสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ สามารถส่งผลต่อกระบวนการสร้างสรรค์ได้เช่นกัน ในขณะเดียวกัน Barrows and Tamblyn (1980) และ Hmelo (1998) กล่าวถึงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบในนักเรียน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้ Sternberg (2006) เน้นย้ำถึงธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นกระบวนการทางจิตใจที่ซับซ้อน และการเรียนรู้ในลักษณะการมีส่วนร่วมและการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์อย่างต่อเนื่อง สามารถช่วยพัฒนาได้ในระยะยาว

ผลการศึกษาพบว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในรายวิชาคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ 5 ช่วยพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยเฉพาะมิติของความคิดคล่องแคล่วและความคิดยืดหยุ่น ซึ่งเกิดจากการให้โอกาสนักเรียนแก้ปัญหาที่หลากหลาย แม้ว่ามิติของความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออจะพัฒนาน้อยกว่า เนื่องจากเน้นการแก้ปัญหาภายในเวลาจำกัด สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการร่วมมือช่วยพัฒนาทักษะความคิดคล่องแคล่วและยืดหยุ่น ขณะบทบาทของครูที่กระตุ้นการคิดสร้างสรรค์มีผลต่อการพัฒนาทักษะในแต่ละมิติ หากครูไม่กระตุ้นการคิดลึกซึ้ง อาจทำให้มิติของความคิดละเอียดลออไม่ได้รับการพัฒนาเต็มที่ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ต้องพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ อย่างสมดุล เช่น ลักษณะกิจกรรม เวลาเรียน สภาพแวดล้อม และบทบาทครู เพื่อให้เกิดการพัฒนาทักษะในทุกมิติอย่างมีประสิทธิภาพ

4. การศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากในทุกด้าน โดยเฉพาะด้านการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ ($M=4.50$, $S.D.=0.60$) และการช่วยเพิ่มความเข้าใจในบทเรียน ($M=4.40$, $S.D.=0.68$) โดยคะแนนเฉลี่ยทั้งหมดอยู่ในระดับดี ($M>4.00$) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมทักษะที่สำคัญ ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงวิจารณญาณ และความเข้าใจเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง ลักษณะเด่นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เน้นการแก้ปัญหาจริงผ่านการทำงานกลุ่ม ช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหา กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ส่งผลให้การเรียนรู้มีความหมายและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง นอกจากนี้ ผลการศึกษายังแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีส่วนช่วยสร้างแรงจูงใจและเพิ่มความชัดเจนของบทเรียนในมุมมองของนักเรียน สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Hmelo (1998) และ Barrows and Tamblyn (1980) ที่ระบุว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยเพิ่มความพึงพอใจในการเรียนรู้ ขณะเดียวกันยังส่งเสริมทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกัน (Thomas, 2000; Krajcik & Blumenfeld, 2005)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งนี้

1. ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหอย่างมีประสิทธิภาพ นักวิจัยควรพิจารณาการใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ต่อเนื่องในระยะยาว เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ ของนักเรียนให้ดีขึ้น

2. ควรใช้ผลจากการวิจัยนี้พัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนที่เน้นการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อกระตุ้นการคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหา โดยเฉพาะในวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนักเรียน

3. ควรประเมินผลกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระยะยาว เพื่อตรวจสอบความยั่งยืนของการพัฒนาทักษะที่ได้จากกิจกรรมนี้ เช่น การประเมินผลในภาคการศึกษาต่อไป หรือการประเมินผลในระยะยาวเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงในทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรขยายการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในวิชาอื่นที่ไม่ใช่แค่คณิตศาสตร์ เพื่อตรวจสอบว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในวิชาอื่นได้เช่นเดียวกัน

ข้อจำกัดของการวิจัย

1. ในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรขยายกลุ่มตัวอย่างให้หลากหลายขึ้น ทั้งในแง่ของขนาดและระดับชั้น เพื่อให้ผลการวิจัยสามารถนำไปใช้ได้กับนักเรียนในกลุ่มที่มีความหลากหลายมากขึ้น

2. ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในแต่ละขั้นตอน เพื่อให้เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในระดับเชิงลึก

3. งานวิจัยนี้เน้นศึกษานักเรียนในระดับชั้นเดียวกัน ซึ่งอาจไม่สะท้อนผลลัพธ์ในกลุ่มระดับการศึกษาที่แตกต่าง เช่น ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือระดับอุดมศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- Amabile, T. M. (2018). Creativity in context: Update to the social psychology of creativity. Westview Press.
- Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. New Directions for Teaching and Learning, 1996(68), 3-12. <https://doi.org/10.1002/tl.37219966804>
- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). Problem-based learning: An approach to medical education. Springer.
- Hmelo, C. E. (1998). Problem-based learning: Effects on the early acquisition of cognitive skill in medicine. The Journal of the Learning Sciences, 7(2), 173-208. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0702_2
- Jonassen, D. H. (1999). Designing constructivist learning environments. In C. M. Reigeluth (Ed.), Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory (Vol. 2, 215-239). Lawrence Erlbaum Associates. <https://www.davidlewisphd.com/courses/EDD8121/readings/1999-Jonassen.pdf>
- Kaufman, J. C., & Sternberg, R. J. (2010). The Cambridge handbook of creativity. Cambridge University Press.
- Kim, K. H. (2006). Can we trust creativity tests?. A review of the Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT). Creativity Research Journal, 18(1), 3-14. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1801_2
- Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2005). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.), The Cambridge handbook of the learning sciences (317-334). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816833.020>

- Niamjapo, P. (2024). Developing mathematical problem-solving skills using Polya's steps: A problem-based learning approach in combinatorics for grade 11 students. *Journal of Science and Science Education*, 7(2), 398-406. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JSSE/article/view/273888>
- Office of the National Economic and Social Development Council. (2020). Annual report on human resource and education development 2020. NESDC. [in Thai]
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education. OECD. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/12/pisa-2022-results-volume-i_76772a36/53f23881-en.pdf
- Panasiri, C. (2019). A study of the effects of problem-based learning in enhancing group collaboration skills [Master's thesis, Silpakorn University]. [in Thai]
- Saavedra, A. R., & Opfer, V. D. (2012). Teaching and learning 21st century skills: Lessons from the Learning Sciences. *The Learning Sciences, International Perspectives*.
- Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1(1), 9-20. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002>
- Simonton, D. K. (2019). *The creative mind: Myths and mechanisms* (2nd ed.). Psychology Press.
- Sternberg, R. J. (2006). The nature of creativity. *Creativity Research Journal*, 18(1), 87-98. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1801_10
- Sombatphon, S. (2014). Using problem-based learning to develop critical thinking skills [Master's thesis, Kasetsart University]. [in Thai]
- Thammachart, K. (2017). The effects of problem-based learning on the development of thinking and problem-solving skills [Master's thesis, Thammasat University]. [in Thai]
- Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. The Autodesk Foundation. https://tecfa.unige.ch/proj/eteach-net/Thomas_researchreview_PBL.pdf
- Tursynkulova, E., Madiyarov, N., Sultanbek, T., & Duysebayeva, P. (2023). The effect of problem-based learning on cognitive skills in solving geometric construction problems: A case study in Kazakhstan. *Frontiers in Education*, 8, 1284305. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1284305>