

แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนโปรแกรม Desmos เพื่อพัฒนานวัตกรรม ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

Instructional guidelines for integrating Problem-based Learning with Desmos to Develop Mathematical Concepts of Pythagorean Theorem for Grade 8 Students

โสภิษฐา คงธน* และ อาทร นกแก้ว**

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*,**

Sopitha Kongthon* and Artorn Nokkaew**

Faculty of Education Naresuan University*,**

Corresponding author E-mail: sopithak65@nu.ac.th

(Received: May 13, 2024; Revised: June 3, 2024; Accepted: June 24, 2024)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนโปรแกรม Desmos เพื่อพัฒนานวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 2) ศึกษาผลการพัฒนานวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนโปรแกรม Desmos เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 22 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย ด้วยเทคนิคการจับฉลาก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) บทเรียนโปรแกรม Desmos 3) แบบประเมินผลการจัดการเรียนรู้ 4) แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาวิเคราะห์แบบประเมินผลเพื่อสังเคราะห์แนวทาง สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ การทดสอบที (t-test Dependent Samples)

ผลการวิจัย พบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนโปรแกรม Desmos เพื่อพัฒนานวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ (1) สถานการณ์ปัญหา (2) ระบุข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง (3) การสร้างแนวคิดและสมมติฐาน (4) ตรวจสอบความรู้เดิมและศึกษาความรู้ใหม่ (5) การนำความรู้มาประยุกต์ใช้ (6) สรุปข้อมูลให้มีโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ประเด็นที่ควรให้ความสำคัญในการจัดการเรียนรู้ คือ (ก) ครูควรให้นักเรียนคุ้นชินกับการนำเทคโนโลยีบทเรียน Desmos มาใช้ในการเรียนรู้ (ข) ในระหว่างทำกิจกรรมครูควรสร้างโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมวิเคราะห์ปัญหา หาวิธีแก้ปัญหากับเพื่อนในกลุ่ม (ค) ครูควรกำหนดเวลาในการทำบทเรียน โดยดูที่ความพร้อมและความสามารถของนักเรียน (ง) ครูควรติดตามการทำบทเรียนโปรแกรม Desmos ผ่าน Dashboard History พร้อมทั้งให้ความช่วยเหลือเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และ (จ) ครูควรคอยกระตุ้นนักเรียนเป็นระยะ ในระหว่างทำกิจกรรม 2) ผลการพัฒนานวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนโปรแกรม Desmos เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส มีการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์, การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน, บทเรียนโปรแกรม Desmos,
ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

Abstract

This study investigates the development of instructional guidelines for integrating problem-based learning (PBL) with Desmos activities to enhance Grade 8 students' understanding of the Pythagorean Theorem. It further examines the effectiveness of this approach in promoting students' mathematical conceptualization. The research employed a single-group pretest-posttest design with 22 Grade 8 students from a school in Phetchabun Province, Thailand, derived from simple random sampling. Four instruments were used: (1) lesson plans integrating PBL and Desmos, (2) Desmos program lessons, (3) lessons with a post-instruction reflection sheet, and (4) a pre- test and post-test assessing students' mathematical concept of the Pythagorean Theorem. Content analysis was conducted to identify instructional guidelines, while a dependent-samples t-test analyzed the change in students' conceptual understanding.

Results The findings revealed a six-step instructional framework: (1) problem scenario, (2) identify facts, (3) generate hypotheses, (4) address knowledge deficiencies, (5) apply new knowledge, and (6) abstraction. Key pedagogical considerations include (a) familiarizing students with Desmos, (b) applying Desmos to foster student analysis, discussion, and collaboration, (c) adapting lesson time based on student needs, (d) monitoring student progress using Desmos dashboards, and (e) providing ongoing encouragement. Furthermore, the study demonstrated significant improvement in students' concept of the Pythagorean Theorem following participation in the PBL-Desmos integrated learning approach. The pre- and post-test scores revealed a statistically significant increase ($p < .05$) in students' comprehension levels. This research contributes to the field of mathematics education by developing instructional guidelines for integrating PBL and Desmos for the Pythagorean Theorem and by demonstrating the effectiveness of this approach in promoting student learning.

Keywords: Mathematical Concepts, Problem-based Learning Approach, Desmos Program Lessons, The Pythagorean Theorem

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีระบบระเบียบในการคิด มีการวางแผนในการทำงาน มีความสามารถในการตัดสินใจ มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และมีลักษณะของความเป็นผู้นำในสังคม (สิริพร ทิพย์คง, 2545) ซึ่งสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2553) ที่กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญสำหรับการทำงานหรือประกอบอาชีพ โดยคณิตศาสตร์ที่เรียนในชั้นเรียนกับคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการทำงาน มีหลักการหรือหลักวิชาเดียวกัน แต่ลักษณะการใช้งาน เช่น เทคนิคการคิด การดำเนินการ การหาผลลัพธ์ มักจะแตกต่างกันตามประสบการณ์ของผู้ที่ใช้คณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) ความรู้เชิงมโนทัศน์ เป็นความรู้เกี่ยวกับความหมายและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ (2) ความรู้เชิงขั้นตอน หรือกระบวนการ เป็นความรู้เกี่ยวกับการคำนวณ การระบุปัญหา การใช้กฎ กลวิธี และขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ความรู้เชิงมโนทัศน์ และความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ มีความจำเป็นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเฉพาะความรู้เชิงมโนทัศน์ เพราะมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์

และการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่เรียนรู้ และแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ในกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา รูปแบบวิธีการสอนจะเน้นบรรยาย ให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ พร้อมยกตัวอย่างประกอบ และครูใช้แบบฝึกหัดในหนังสือเรียนเพื่อให้นักเรียนฝึกคิดคำนวณ และแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนสามารถหาคำตอบได้ในทำนองเดียวกับตัวอย่าง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) และจากการจัดการเรียนการสอนมโนทัศน์ที่ผ่านมา พบว่า รูปแบบกิจกรรมที่ครูใช้ คือวิธีการสอนแบบบรรยาย ใช้แบบฝึกหัดในหนังสือเรียน โดยให้นักเรียนเป็นผู้ฟัง จำขั้นตอนและทำตามขั้นตอน โดยไม่ได้ให้นักเรียนลองคิดหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง และจากการจัดการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในการใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ไม่สามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ถูกต้อง ไม่สามารถหาความยาวของด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เมื่อกำหนดความยาวของด้านสองด้านให้ได้อย่างถูกต้อง และในการนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ ซึ่งเมื่อนักเรียนต้องนำไปใช้ในการแก้ปัญหาเป็นเหตุทำให้นักเรียนบางส่วนไม่สามารถใช้มโนทัศน์ได้ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับ วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนของครูไม่เน้นให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ หรือแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง แต่จะเน้นบรรยายให้ความรู้แก่นักเรียน จนนักเรียนเกิดความเคยชินจากการรับรู้จากครู นอกจากนั้น ปัญหาที่มักจะพบอยู่เสมอคือความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่นักเรียนบางคนไม่ถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ จึงทำให้นักเรียนคิดว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก น่าเบื่อ และไม่สนุก (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช, 2543) และวิธีการสอนดังกล่าวไม่ทำให้เกิดความท้าทายต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนั้นการปรับปรุงรูปแบบการเรียนรู้จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง (Thongma, 2018)

จากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2565 พบว่ามาตรฐานการเรียนรู้ที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนา ได้แก่ มาตรฐาน ค 1.1 มาตรฐาน ค 1.2 มาตรฐาน ค 1.3 และมาตรฐาน ค 2.2 สารที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนา ได้แก่ สารจำนวนและพีชคณิต และ การวัดและเรขาคณิต (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2023) และจากผลการประเมิน PISA 2018 นักเรียนไทยมีคะแนนคณิตศาสตร์ 419 คะแนน ซึ่งมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) จากรายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน และผลการประเมิน PISA 2018 ผู้วิจัยจึงเลือกพัฒนา สารที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มาตรฐาน ค 2.2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และจากลักษณะของข้อสอบคณิตศาสตร์ทุกเรื่องของ PISA อ้างอิงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ต้องใช้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ให้ความสำคัญแก่บริบทในชีวิตจริง (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) ซึ่งสอดคล้องกับ สุชาติ ปัทมวิภาต (2557) ที่กล่าวว่า แบบทดสอบของ PISA ไม่ได้เน้นวัดความรู้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนตามหลักสูตรในโรงเรียน แต่เน้นการนำคณิตศาสตร์ที่เคยได้เรียนเอามาใช้ในสถานการณ์ของชีวิตจริง นักเรียนต้องสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริงในบริบทต่าง ๆ ที่หลากหลาย โดยนักเรียนต้องใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา เริ่มจากต้องคิดให้ได้ว่าคณิตศาสตร์ไปเกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นอย่างไร และแปลงปัญหาในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปแบบปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ได้ผลลัพธ์ จากนั้น จึงตีความและประเมินผลลัพธ์ที่ได้ไปสู่บริบทในชีวิตจริง ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองจากการค้นพบและนำไปสู่ความเข้าใจที่เพิ่มขึ้น และการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานมีส่วนช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ คือ เป็นการส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ การคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยใช้การให้เหตุผลร่วมกับหลักการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ผ่านสถานการณ์ในชีวิตจริง ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านกิจกรรม และแบบฝึกที่สนับสนุนทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งจะเป็นการฝึกคิดฝึกแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบจนกลายเป็นทักษะความรู้ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ (สถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565) และจากความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้นักเรียนสนใจ และใช้เทคโนโลยีในรูปแบบต่าง ๆ จนกลายเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินชีวิต ในวิชาคณิตศาสตร์มีครูนำแอปพลิเคชันคาอูต มาบูรณาการในการจัดการเรียนรู้โดยครูจะสร้างชุดคำถามขึ้นหนึ่งชุด จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามโดยผ่านอุปกรณ์สื่อสาร ที่เชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต นักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุดคือ ผู้ที่ตอบได้เร็วและถูกต้องที่สุด (ลลิตา อ่ำบัว, 2564) แต่จาก แอปพลิเคชันคาอูต เป็นการตอบคำถามแบบเลือกตอบ เมื่อนักเรียนตอบคำถามครบทั้งชุดคำถาม ครูจะไม่สามารถย้อนกลับ ไปดูการตอบคำถามว่านักเรียนตอบข้อไหนถูกหรือผิด และมีวิธีการคิดอย่างไร ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบความเข้าใจของ นักเรียนได้อย่างแท้จริง จากข้อจำกัดดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจจัดกิจกรรมที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีที่สามารถตรวจสอบ คำตอบของนักเรียนได้มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน คือ โปรแกรม Desmos มาใช้เป็นสื่อการจัดการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ โดยโปรแกรม Desmos สามารถแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย เรียงลำดับการเรียนรู้จากง่ายไปยาก ครูสามารถ ออกแบบบทเรียนให้เหมาะสมกับนักเรียน ให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองได้ โดยครูจะมีบทบาทโดยการวางแผนการเรียนรู้ เลือกรูปแบบการเรียนรู้ คอยกระตุ้น ให้คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นองค์รวม (จิรายุส แยมริต และคณะ, 2565) ซึ่งโปรแกรม Desmos สามารถใช้งานผ่านเว็บไซต์ ผ่านแอปพลิเคชันในสมาร์โฟนได้ และในระหว่าง ทำกิจกรรมครูสามารถตรวจสอบการเข้าชั้นเรียน การทำกิจกรรม การทำแบบทดสอบของนักเรียนได้ในทันที และเมื่อนักเรียน เรียนรู้ ทำกิจกรรม หรือแบบทดสอบที่ได้รับมอบหมายเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูสามารถตรวจงานที่นักเรียนตอบหรือ แบบทดสอบที่นักเรียนทำสมบูรณ์แล้วได้ผ่าน Dashboard History (วุฒิชัย ภูติ, 2563)

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยสนใจศึกษา การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนโปรแกรม Desmos เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการบูรณาการโปรแกรม Desmos เข้ากับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาที่พบเจอ ได้ในชีวิตจริง โดยผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ปัญหา และให้นักเรียนร่วมกันคิดวิเคราะห์ ศึกษา ค้นคว้า กลวิธี รูปแบบการ แก้ปัญหา และเกิดกระบวนการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิธีการแก้ปัญหา ความคิดรวบยอด

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนโปรแกรม Desmos เพื่อพัฒนา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.2 เพื่อศึกษาผลการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียน โปรแกรม Desmos เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียน ขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 22 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย ด้วยเทคนิคการจับฉลาก

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนโปรแกรม Desmos เรื่อง ทฤษฎีบท พีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 4 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง บทกลับทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 3 ชั่วโมง และ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ประยุกต์ ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 3 ชั่วโมง รวม 10 ชั่วโมง นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา พิจารณาความ ถูกต้องเหมาะสม และนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเหมาะสม โดย แผนที่ 1 มีความเหมาะสมในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.92 และมีส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.14 แผนที่ 2 มีความเหมาะสมในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.93 และมีส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน เท่ากับ 0.12 แผนที่ 3 มีความเหมาะสมในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.97 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.07

3.2.2 บทเรียนโปรแกรม Desmos เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 บทเรียน ได้แก่

1) ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 2) บทกลับทฤษฎีบทพีทาโกรัส และ 3) การประยุกต์ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

3.2.3 แบบประเมินผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบรายละเอียด ดังนี้ 1) การจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนโปรแกรม Desmos หรือไม่ อย่างไร 2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนานวัตกรรมทางคณิตศาสตร์หรือไม่อย่างไร

3.2.4 แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ โดยการวัดมโนทัศน์แบ่งออกเป็น 3 มโนทัศน์ย่อย ประกอบด้วย มโนทัศน์ที่ 1 รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก คือ รูปสามเหลี่ยมที่มีมุมหนึ่งมุมเป็นมุมฉาก มโนทัศน์ที่ 2 รูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ กำลังสองของความยาวด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวด้านประกอบมุมฉาก และมโนทัศน์ที่ 3 ถ้ากำลังสองของความยาวของด้านด้านหนึ่ง เท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของอีกสองด้านแล้ว รูปสามเหลี่ยมนั้นจะเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และนำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาคัดชั้นความสอดคล้องรายข้อมีค่าเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบรายข้อ มีค่า 0.40 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ มีค่า 0.27 - 0.67 และ ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ มีค่า 0.75

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาแนวทาง และผลการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนโปรแกรม Desmos เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งดำเนินการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ใช้เวลาในการทำวิจัย 12 ชั่วโมง มีขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้

1) ชี้แจงจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนโปรแกรม Desmos เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ให้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2) นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มาให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนโปรแกรม Desmos เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที

3) ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนโปรแกรม Desmos เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยปฏิบัติการทั้งหมด 3 วงจร

4) นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มาให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนโปรแกรม Desmos เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที เพื่อเป็นการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ครบ 3 วงจร

5) ผู้วิจัยตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 5 ข้อ 15 คะแนน นำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และใช้การทดสอบที (t-test Dependent Samples) โดยใช้เกณฑ์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ระดับคะแนนข้อสอบอัตนัย	รายละเอียด
3	คำตอบของนักเรียนถูก และให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ครบองค์ประกอบที่สำคัญ
2	คำตอบของนักเรียนถูก และการให้เหตุผลถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญอย่างน้อย 1 ส่วน
1	คำตอบของนักเรียนถูกบางส่วน แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน
0	คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด หรือคำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้ อ่านข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือทั้งหมด แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ และทำการสรุปเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมและนำเสนอในรูปแบบความเรียง

3.4.2 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสของนักเรียน ผู้วิจัยจะนำแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังจากที่ได้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาตรวจให้คะแนน แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ร้อยละ และใช้การทดสอบที (t-test Dependent Samples) เพื่อดูความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนโปรแกรม Desmos เพื่อพัฒนา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนโปรแกรม Desmos เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน แต่ละขั้นตอนมีแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ครูควรให้ความสำคัญ ดังนี้

ขั้นที่ 1 สถานการณ์ปัญหา ครูควรเลือกสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง นักเรียนให้ความสนใจ สามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน เกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยขั้นตอนการแก้ปัญหาไม่ซับซ้อน และควรเสริมบทเรียนความรู้พื้นฐานของการใช้โปรแกรม Desmos ครูควรคอยสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนอย่าง

ขั้นที่ 2 ค้นหาและระบุข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง ครูควรจัดข้อมูลเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับความเข้าใจของนักเรียน และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจและสนใจในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยครูสังเกตการค้นหาข้อมูลของนักเรียนในบทเรียนโปรแกรม Desmos ผ่าน Dashboard History และผ่านชั้นเรียน เพื่อให้คำแนะนำนักเรียนได้ในเวลาที่เหมาะสมตามความต้องการของนักเรียน ความซับซ้อนของเนื้อหา และเป็นแนวทางในการตอบคำถามสำหรับนักเรียนที่ช้า

ขั้นที่ 3 สร้างแนวคิดและสมมติฐาน ครูควรจัดเวลาให้เพียงพอสำหรับนักเรียนในการสร้างแนวคิดและตั้งสมมติฐานด้วยตนเอง พร้อมทั้งควรสร้างโอกาสให้นักเรียนได้ปรึกษาร่วมกับเพื่อนในกลุ่มสร้างแนวคิดและสมมติฐานผ่านกิจกรรมหรือโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ในชั้นเรียน และให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดที่ได้ร่วมกัน คิดวิเคราะห์ ปรึกษากับเพื่อนมาตอบคำถามลงในบทเรียนโปรแกรม Desmos ในระหว่างทำกิจกรรมครูควรคอยสังเกตและให้คำแนะนำนักเรียน ผ่านกิจกรรมในชั้นเรียนและผ่าน Dashboard History เพื่อดูความคืบหน้าและความเข้าใจของนักเรียน และครูควรยกตัวอย่างคำตอบของนักเรียน โดยใช้ข้อมูลจาก Dashboard History มาร่วมอภิปรายของนักเรียน โดยใช้ข้อมูลจาก Dashboard History

มาร่วมอภิปรายในชั้นเรียน พร้อมให้คำแนะนำเพื่อเป็นแนวทางในการตอบคำถามสำหรับนักเรียนที่ยังตอบคำถามไม่ถูกต้อง

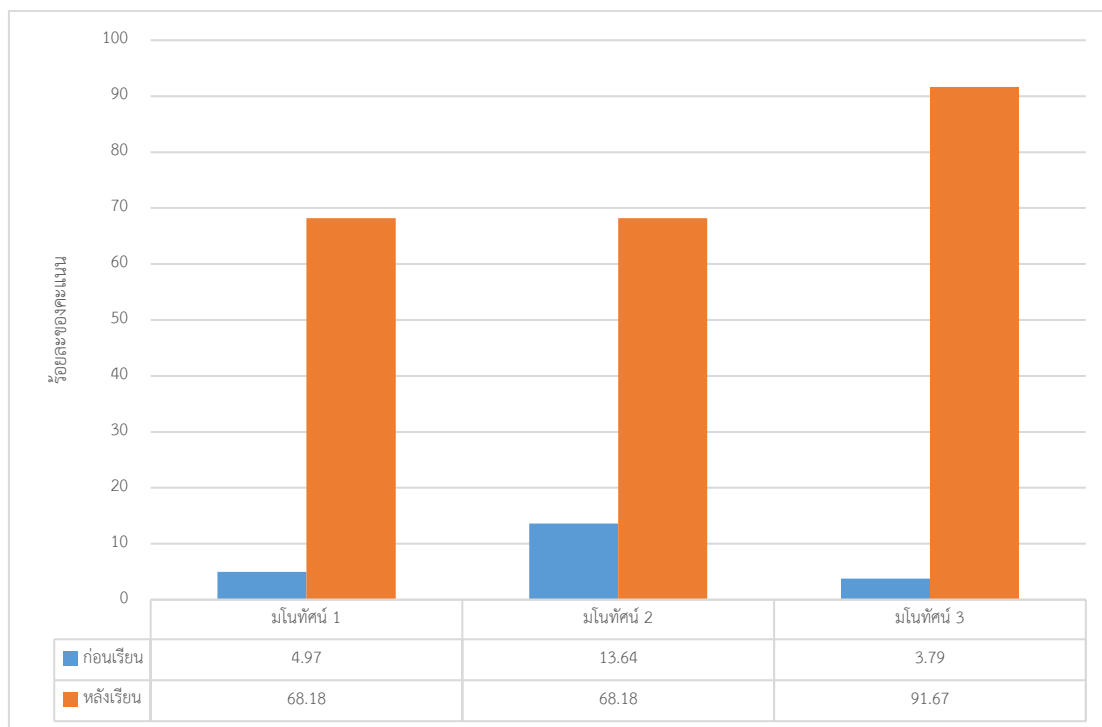
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความรู้เดิม และ ศึกษาความรู้ใหม่ ครูควรจัดลำดับบทเรียนโปรแกรม Desmos โดยเรียงลำดับจากสิ่งที่รู้ไปสู่สิ่งที่ต้องค้นพบ เรียนจากง่ายไปหายาก ครูอาจตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนและให้ศึกษาความรู้ใหม่ผ่านกิจกรรมในบทเรียน Desmos ผ่านเครื่องมือ และรูปแบบของกิจกรรมต่างๆในบทเรียน Desmos ซึ่งมีทั้ง การจับคู่ การตอบคำถามหลายตัวเลือก การเขียนแสดงคำตอบ การเติมคำตอบ โดยครูควรจัดลำดับบทเรียนให้มีความน่าสนใจและท้าทาย และควรกระตุ้นให้นักเรียนทำกิจกรรมให้เสร็จในเวลาของการทำกิจกรรมในแต่ละหน้าของบทเรียน ทั้งผ่านชั้นเรียน และผ่าน Dashboard History สร้างความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ และแบ่งช่วงการทำบทเรียนตามลำดับเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้ และตามระดับความสามารถของนักเรียนในชั้นเรียน ระหว่างนักเรียนทำกิจกรรมในบทเรียนโปรแกรม Desmon ครูควรคอยติดตามการทำบทเรียนสังเกตแนวคิด หรือวิธีการ ขั้นตอนการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคนผ่าน Dashboard History ในทันที ซึ่งจะทำให้ครูรู้ได้ว่านักเรียนคนใดที่ครูควรจะให้คำแนะนำในการเรียนรู้ เพื่อไม่ให้นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และสามารถเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง

ขั้นที่ 5 การนำความรู้หรือข้อมูลที่เรารู้ใหม่มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ตามความเข้าใจ ครูควรติดตามการเก็บข้อมูลของนักเรียนเป็นระยะ ให้คำแนะนำเกี่ยวกับข้อมูลและวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม จะทำให้นักเรียนเข้าใจและใช้ความรู้ใหม่ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และให้นักเรียนลองแก้ปัญหาลงในบทเรียนโปรแกรม Desmos โดยครูคอยให้คำแนะนำและสังเกตในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม และควรยกตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหามาอภิปรายร่วมกับนักเรียนในชั้นเรียนผ่าน Dashboard History เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง ขณะเดียวกันครูควรแนะนำนักเรียนในการนำความรู้ที่ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง และช่วยเสริมสร้างความมั่นใจในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยใช้ข้อมูลจาก Dashboard History เป็นข้อมูลการสนับสนุน และให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงก่อนที่นักเรียนจะได้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง และเมื่อนักเรียนได้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงนักเรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมเพื่อให้เกิดผลสำเร็จ

ขั้นที่ 6 สรุปข้อมูลให้มีโครงสร้างและความหมายทางคณิตศาสตร์ และ ประเมินผล ครูควรติดตาม สังเกต การทำกิจกรรมของนักเรียนในบทเรียนโปรแกรม Desmos และตรวจสอบการทำกิจกรรมของนักเรียนผ่าน Dashboard History เพื่อประเมินความเข้าใจและการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ ให้คำแนะนำนักเรียนที่ตอบไม่ถูกต้องหรือมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในทันที เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่เชื่อมโยงและแสดงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

4.2 ผลการพัฒนาทัศนคติทางคณิตศาสตร์ ด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนโปรแกรม Desmos เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับ บทเรียนโปรแกรม Desmos เป็นระยะเวลา 10 ชั่วโมง พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับ บทเรียนโปรแกรม Desmos มีคะแนนทัศนคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังภาพ 1



ภาพที่ 1 กราฟแสดงร้อยละของค่าเฉลี่ยแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลัง

ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนโปรแกรม Desmos เป็นระยะเวลา 10 ชั่วโมง

จากกราฟในภาพที่ 1 พบว่า มโนทัศน์ที่พัฒนามากที่สุดคือ มโนทัศน์ที่ 3 (ถ้า กำลังสองของความยาวของด้าน ด้านหนึ่งเท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของอีกสองด้าน แล้ว รูปสามเหลี่ยมนั้นจะเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก) มโนทัศน์ที่ 1 (รูปสามเหลี่ยมมุมฉากคือ รูปสามเหลี่ยมที่มีมุมหนึ่งมุมเป็นมุมฉาก) และมโนทัศน์ที่ 2 (รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ไต ๆ กำลังสองของความยาวด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับ ผลบวกของกำลังสองของความยาวด้านประกอบมุมฉาก) ตามลำดับ และผลการศึกษาผลการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยนำคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน มาเปรียบเทียบ โดยใช้การ ทดสอบที่ แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test Dependent Samples) ปรากฏผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการศึกษาผลการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียน โปรแกรม Desmos เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คะแนน	N	$\bar{X}$	SD	df	t	p
Pretest	22	2.45	1.81	21	22.17*	.000
Posttest	22	11.64	1.85			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานร่วมกับบทเรียนโปรแกรม Desmos เป็นระยะเวลา 10 ชั่วโมง ปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนโปรแกรม Desmos มีการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีคะแนนเฉลี่ย

หลังเรียนเท่ากับ 11.64 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.845 และมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 2.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.81

5. สรุปและอภิปรายผล

5.1 การศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับ บทเรียนโปรแกรม Desmos เพื่อพัฒนา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน แต่ละขั้นตอนมีแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ครูควรให้ความสำคัญ ดังนี้ ขั้นที่ 1 ครูควรเลือกสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง และนักเรียนให้ความสนใจ เกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส และสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับ วัฒนา รัตนพรหม (2548) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ผู้เรียน ได้เรียนจากสถานการณ์ที่เป็นจริงซึ่งอยู่ในรูปของปัญหาที่จะพบได้ในชีวิตจริง เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทำความเข้าใจ อย่างเต็มที่เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา และควรเสริมบทเรียนความรู้พื้นฐานของการใช้โปรแกรม Desmos เพื่อให้ผู้เรียน สามารถใช้เทคโนโลยีได้เกิดประโยชน์มากที่สุด สอดคล้องกับ สมจิต จันทรฉาย (2557) ที่กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอน คือ เครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยเป็นตัวกลางที่ใช้ส่งผ่านความรู้และประสบการณ์การเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนมีความ เข้าใจเนื้อหาของบทเรียนมากขึ้น และสอดคล้องกับ ลิลลา อุดยุตศาสน (2561) ที่กล่าวว่า การนำเทคโนโลยีมาบูรณาการกับ วิธีสอนและเนื้อหาที่สอนสามารถส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการเรียนรู้ได้ดี ขั้นที่ 2 ครูควรจัดข้อมูลเนื้อหาให้เหมาะสมกับ ระดับความเข้าใจของนักเรียนและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจและสนใจในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งสอดคล้องกับ อินทิรา บุญยาทร (2542) ที่กล่าวว่า การใช้คำถาม คือ พฤติกรรมการสอนที่ครูใช้เพื่อให้นักเรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล ให้ได้มา ซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง การถามของครูไม่เพียงแต่ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดเท่านั้น แต่ยังเป็นการทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยาก เรียนอยากรู้ ขั้นที่ 3 ครูควรจัดเวลาให้เพียงพอสำหรับนักเรียนในการสร้างแนวคิดและตั้งสมมุติฐานด้วยตนเอง พร้อมทั้งครู ควรสร้างโอกาสให้นักเรียนได้ปรึกษาร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม เพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิด และวิธีการในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ ทิศนา ขัมมณี (2558) ที่กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการทำงานกลุ่มที่ดี จะช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะ ทางสังคม และขยายขอบเขตของการเรียนรู้ให้กว้างขวางขึ้น และระหว่างนักเรียนเขียนแนวคิดและสมมุติฐานลงในบทเรียน โปรแกรม Desmos โดยครูคอยติดตามสังเกตและให้คำแนะนำนักเรียน ผ่านกิจกรรมในชั้นเรียนและผ่าน Dashboard History เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน พร้อมยกตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมาร่วมอภิปราย แบ่งปันความคิดเห็นใน ชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนทบทวนคำตอบ และตรวจสอบความเข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับ พรณี ชูทัย เจนจิต (2538) ที่กล่าวว่า การนำตัวอย่างมาแสดงหรือยกตัวอย่างมาประกอบการสอน เพื่อให้นักเรียน ได้สังเกตเห็น สำหรับตัวอย่างที่เสนอนั้นอาจยก มาทีละตัวอย่างหรือยกมาหลายๆตัวอย่างพร้อมกันได้ แต่ตัวอย่างที่นำมาเสนอนั้นควรมีตัวอย่างที่ถูกและตัวอย่างที่ผิดควบคู่ กันไป เพื่อให้นักเรียนจะได้เกิดความเข้าใจในเรื่องรานั้นได้ถ่องแท้ขึ้น ขั้นที่ 4 ครูจัดลำดับบทเรียนโปรแกรม Desmos โดย เรียงลำดับจากสิ่งที่รู้ไปสู่สิ่งที่ต้องค้นพบ เรียนจากง่ายไปหายาก ซึ่งในระหว่างนักเรียนทำกิจกรรมในบทเรียนโปรแกรม Desmos นักเรียนได้ทบทวนความรู้และนำสิ่งที่เรียนรู้ไปเชื่อมโยงกับเนื้อหาใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับ อังคณา ทิพย์รุ่งโรจน์ (2566) ที่กล่าวว่า ลำดับขั้นตอนการเรียนคณิตศาสตร์จากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องที่ยากขึ้น ทำให้นักเรียนค่อย ๆ ทำความเข้าใจและ นักเรียนยังได้เรียนรู้โดยเริ่มจากสิ่งที่ป็นรูปธรรมจับต้องได้ไปยังสิ่งที่ป็นนามธรรม ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์อย่าง ลึกซึ้ง โดยครูควรจัดลำดับบทเรียนให้มีความน่าสนใจและท้าทาย ในระหว่างทำกิจกรรมครูควรคอยกระตุ้นนักเรียนทำกิจกรรม ให้เสร็จในเวลาของการทำกิจกรรมในแต่ละหน้าของบทเรียน โดยกระตุ้นนักเรียนทั้งผ่านบทเรียนโปรแกรม Desmos และผ่าน ชั้นเรียน เพื่อสร้างความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ สอดคล้องกับ OECD (2013) ที่กล่าวว่า การจัดเวลาที่เหมาะสมเป็นปัจจัย การเก็บข้อมูลของนักเรียนเป็นระยะ คอยสังเกตแนวคิด หรือวิธีการ ขั้นตอนการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคนผ่าน สำคัญ อย่างหนึ่งที่ทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น ขั้นที่ 5 ครูติดตามการทำกิจกรรมบนบทเรียนโปรแกรม Desmos และ

Dashboard History ในทันทีที่นักเรียนทำกิจกรรม ซึ่งจะช่วยให้ครูรู้ว่านักเรียนคนใดที่ครูควรจะให้คำแนะนำในการเรียนรู้ หรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และสามารถเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งทำให้นักเรียนเข้าใจและใช้ความรู้ใหม่ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2563) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนรับรู้ได้ว่าครูของตนเองมีความเอาใจใส่และให้ความช่วยเหลือทั้งเรื่องการเรียนรู้ ความรู้สึก และความเป็นอยู่ จะเป็นการสร้างบรรยากาศและสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่จะช่วยเสริมแรงจูงใจในการเรียนรู้ ช่วยดึงความสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ และครูให้นักเรียนลองแก้ปัญหาทางในบทเรียนโปรแกรม Desmos โดยครูยกตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหานักเรียนมาอภิปรายร่วมกับนักเรียนในชั้นเรียนผ่าน Dashboard History เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและปรับวิธีการแก้ปัญหานักเรียนก่อนการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง ซึ่งสอดคล้องกับ วริศรา อ้นเกษ และวิเชียร อารังโสติสกุล (2019) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ ผึกฝน และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้นไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำติดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ตลอดชีวิต ขั้นที่ 6 ครูสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนในบทเรียนโปรแกรม Desmos และสรุปการทำกิจกรรมของนักเรียนผ่าน Dashboard History ประเมินความเข้าใจและการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำในกรณีที่นักเรียนที่ตอบไม่ถูกต้องหรือมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนโดยครูจะให้คำแนะนำแก่นักเรียนในขณะที่ทำกิจกรรมในบทเรียนโปรแกรม Desmos ในทันที ซึ่งสอดคล้องกับ ยุพิน พิพิธกุล (2529) ที่กล่าวว่า นักเรียนต้องได้รับการแนะแนวเพื่อเป็นแรงจูงใจให้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ การเรียนแบบลองผิดลองถูกอาจทำให้นักเรียนเกิดความท้อถอย เพราะเข้าไปไม่ถึงจุดมุ่งหมายสักที ซึ่งการให้คำแนะนำทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่เชื่อมโยงและแสดงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง (Greenwald, 2000) จากปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ผ่านการแก้ไขปัญหาก็สามารถมีคำตอบที่ได้หลากหลาย โดยที่ผู้เรียนต้องทำงานร่วมกันเพื่อระบุมวิธีการในการแก้ปัญหา เรียนรู้ด้วยตนเอง ใช้ความรู้ใหม่ในการแก้ไขปัญหา และสะท้อนทฤษฎีบทพีทาโกรัสที่ได้เรียนรู้ (Hmelo-silver, 2004) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิยาภรณ์ ขาวทอง (2565) ที่ได้ศึกษา การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า 1) แนวการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ ควรใช้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับรูปหลายเหลี่ยมที่มีแนวทางการแก้ไขหลายแนวทาง และบูรณาการกับสะเต็มศึกษาได้ ครูจัดเตรียมแหล่งพื้นที่ในชุมชนที่นักเรียนสามารถลงพื้นที่จริงได้ อีกทั้งครูควรกระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาโดยใช้คำถามปลายเปิด และเปิดโอกาสให้นักเรียนเขียนวิธีแก้ปัญหของตนและแลกเปลี่ยนวิธีแก้ปัญหากับสมาชิกในกลุ่ม 2) ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ ตามองค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาอยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 45.83 ความสามารถในการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาและการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการอยู่ในระดับดี ร้อยละ 50.00 และ 41.67 ตามลำดับ และความสามารถในการวางแผนการปฏิบัติอยู่ในระดับพอใช้ ร้อยละ 41.67

5.2 ผลการศึกษาการพัฒนาโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ ด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนโปรแกรม Desmos เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นระยะเวลา 10 ชั่วโมง พบว่า ร้อยละของค่าเฉลี่ยคะแนนแบบทดสอบโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับ บทเรียนโปรแกรม Desmos นักเรียนมีคะแนนโน้ตค้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมโนทัศน์ที่พัฒนามากที่สุดคือ มโนทัศน์ 3 (ร้อยละ 87.88) มโนทัศน์ 1 (ร้อยละ 63.21) และมโนทัศน์ 2 (ร้อยละ 54.54) ตามลำดับ และนำคะแนนก่อนเรียนและ

หลังเรียน มาเปรียบเทียบ โดยใช้การทดสอบที่ ปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ
บทเรียนโปรแกรม Desmos มีการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เฉลิมวุฒิ คำเมือง และไพรัช จันทรงาม (2560) ที่ได้
ศึกษา การศึกษาและสร้างนวัตกรรมที่ใช้แก๊ซมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ในสาระจำนวนและการดำเนินการของ
นักศึกษาครุคณิตศาสตร์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง พบว่า 1) ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์
ในสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการจากมากไปหาน้อย 5 ลำดับแรก ได้แก่ เศษส่วน (ร้อยละ 100) จำนวนตรรกยะ
(ร้อยละ 100) การเปรียบเทียบจำนวน (ร้อยละ 96.67) การดำเนินการ (ร้อยละ 93.33) และเลขยกกำลัง (ร้อยละ 93.33)
2) ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ หลังการใช้บทเรียนสำเร็จรูป ลดน้อยลง
กว่าก่อนการใช้บทเรียนสำเร็จรูป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิวิศ กิตติวรากล
(2561) ที่ได้ศึกษา การศึกษาความรู้เชิงมโนทัศน์และความสามารถในการพิสูจน์เรื่อง วงกลมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสร้างข้อความคาดการณ์และพิสูจน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra พบว่า นักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความรู้เชิงมโนทัศน์ เรื่อง วงกลม หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสร้างข้อความ
คาดการณ์และพิสูจน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับ
นัยสำคัญ .05

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

6.1.1 ควรจัดหาสื่อคอมพิวเตอร์ให้พร้อมสำหรับนักเรียนทุกคน เพื่อนักเรียนจะสามารถเรียนรู้มโนทัศน์
ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างต่อเนื่อง กรณีไม่สามารถจัดหาสื่อคอมพิวเตอร์ให้พร้อมกับนักเรียนทุกคนได้ สามารถทดแทนได้ด้วย
สมาร์ตโฟน แต่ควรเลือกบทเรียนที่เน้นการวาด หรือร่างแบบ และควรเน้นบทเรียนที่เป็นลักษณะเป็นการพิมพ์ตอบคำถาม
การจับคู่ การเลือกข้อถูก หรือการเติมคำตอบลงในเติมช่องว่าง

6.1.2 ควรให้ความสำคัญกับการตอบคำถาม การแสดงรูปแบบ วิธีการหาคำตอบของนักเรียน เพราะจะส่งผล
ต่อความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักเรียน

6.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

6.2.1 ควรศึกษาพฤติกรรม การตั้งใจเรียนของนักเรียนชาย และนักเรียนหญิง ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้
โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับ บทเรียนโปรแกรม Desmos

6.2.2 ควรศึกษาทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับ บทเรียนโปรแกรม Desmos

7. เอกสารอ้างอิง

จิรายุส แยมริด, ช่อมภา พามา และภคพล ปรีชาศิลป์. (2565). การพัฒนาแบบฝึกทักษะร่วมกับโปรแกรม Desmos เรื่อง
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวที่มีการเปลี่ยนหน่วยและเขียนในรูปทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.

<https://anyflip.com/atwbgl/kxb/>

เฉลิมวุฒิ คำเมือง และไพรัช จันทรงาม. (2560). การศึกษาและสร้างนวัตกรรมที่ใช้แก๊ซมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทาง
คณิตศาสตร์ในสาระจำนวนและการดำเนินการของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง.
วารสารครุศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, 5(3), 144-154.

- ปิยาภรณ์ ขาวทอง. (2565). *การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6* [วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พรณิ ชูทัย เจนจิต. (2538). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. ต้นอ้อ.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2543). *เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนกลุ่มทักษะ 2 (คณิตศาสตร์) หน่วยที่ 8-15*. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ยุพิน พิพิธกุล และอรพรรณ ต้นบรรจง. (2532). *สื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลลิตา อ่ำบัว. (2564). *เทคโนโลยีกับการศึกษา*. <https://www.scimath.org/article-technology/item/12422-2021-08-23-06-07-45>
- ลิลลา อุดุลยศาสน. (2561). ผลของการพัฒนาความรู้ในการบูรณาการเทคโนโลยีกับวิธีสอนและเนื้อหาที่สอน (TPACK) ของ นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน. *วารสารมหาวิทยาลัย ราชภัฏยะลา*, 13(1), 115-128. https://so04.tci-thaijo.org/index.php/yrh_human/article/view/116538/89669
- วิศรา อ้นเกษ และวิเชียร อังโรตติสกุล. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้าง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 21(2), 285-296. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/90916/127638
- วัฒนา รัตนพรหม. (2548) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 20(1), 33-34.
- วิริศ กิตติวารกุล. (2561). *การศึกษาค้นคว้าเชิงนิเวศน์และความสามารถในการพิสูจน์เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสร้างข้อความคาดการณ์และพิสูจน์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra* [วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วุฒิชัย ภูดี. (2563). การสอนคณิตศาสตร์ในยุคดิจิทัลด้วย Desmos Classroom Activities. *นิตยสาร สสวท*, 48(224), 29-32.
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี. (2563). *การให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนของครูส่งผลกระทบต่อผลการ ประเมินด้านการอ่านของนักเรียนอย่างไร ?*. <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2020-57/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). 3-คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2565). *PISA 2022 กับกรอบประเมินความรู้ด้านคณิตศาสตร์*. <https://pisathailand.ipst.ac.th/infographics-pisa2022-math-framework/>
- สมจิต จันทรฉาย. (2557). *การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน*. เพชร เกษมพรินต์.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- สุชาดา ปัทมวิภาต. (2557). การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA 2015. *นิตยสาร สสวท.*, 42(188), 35-39.

- อังคณา ทิพย์รุ่งโรจน์. (2566). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract และแนวคิด Model-Eliciting Activities เรื่อง ทศนิยม เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อินทิรา บุญยาทร. (2542). หลักการสอน. สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.
- Greenwald, N. L. (2000). Learning from Problem. *The Science Teacher*, 67(4), 28-32.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn?. *Educational Psychology Review*, 16, 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- OECD. (2013). PISA 2012 Results: What Makes Schools Successful?. *Resources, Policies and Practices (Volume IV)*, Pisa, OECD. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264201156-en>
- Thongma, T. (2018). Mathematics Learning Resources for Mobile Learning in Digital Age. *Journal of Educations Studies Chulalongkorn University*, 46(1), 251-256. [in Thai].