

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
The Development to Problem Solving Ability in Mathematics Through the
Constructivist Theory With Open Approach of Mathayomsuksa 3 Students

ณัฐลีญา สมบูรณ์* เพ็ญพร ทองคำสุก สุภาพร ศรีหามิ และอารีวรรณ เอี่ยมสะอาด
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

Natthaleeya Somboon*, Penporn Thongkamsuk, Supaporn Srihamee
and Areewan Iamsa-ard

Faculty of Education, Bansomdejchaopraya Rajabhat University

Received: March 7, 2023

Revised: April 12, 2023

Accepted: April 17, 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ระหว่าง ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 2) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อกิจกรรม การเรียนรู้ โดยใช้ทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการ วิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุบลรัตน์” ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 35 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.41–0.68 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.27–0.57 ความเที่ยงตรงตั้งแต่ 0.70–1.00 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของ นักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที สำหรับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว ผลการวิจัย พบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 2) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดมีความพึงพอใจ ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่สุด คือ ด้านประโยชน์ที่ได้ รับรองลงมา คือ ด้านสื่อการสอน และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้

คำสำคัญ: ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

Abstract

The purposes of this research were to 1) compare mathematic problem-solving ability before and after learning through the constructivist theory with open approach of Mathayomsuksa 3 students and 2) study students' satisfaction towards learning through the constructivist theory with open approach. The sample included 35 Mathayomsuksa 3/10 students from Bangmodwittaya School in the second semester of the academic year 2022 who were obtained through cluster random sampling. The research instruments involved 1) five lesson plans with the IOC 1.00 2) test of mathematic problem-solving ability with the difficulty index ranging from 0.41 to 0.68, the discrimination index ranging from 0.27 to 0.57, the validity index ranging from 0.70 to 1.00 and the reliability index at 0.91 and 3) a set of questionnaires on students' satisfaction. Data were statistically analyzed by mean, standard deviation, and t-test for one group sample. The findings were revealed that 1) the mathematic problem-solving ability through the constructivist theory with open approach of Mathayomsuksa 3 students after the experiment was higher than that before the experiment at the significance level of .01. and 2) the students' satisfaction towards learning activities through the constructivist theory with open approach was generally found at the 'Highest' level. When considering each aspect, the benefit was found at the highest level, followed by the instruction media and learning activity, respectively.

Keywords: Mathematic Problem-Solving Ability, Open Approach, Constructivist Theory

บทนำ

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะทางด้านวิชาการที่มุ่งส่งเสริม และพัฒนาผู้เรียน ในด้านการคิด และการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ทักษะ และกระบวนการที่สำคัญ และต้องพัฒนาให้เกิดกับผู้เรียน นั่นคือ ทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งการแก้ปัญหานั้นเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำไปพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ ได้ตามที่สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา เชื่อว่าทักษะการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญ และผู้สอนควรเริ่มต้นด้วยการพยายามช่วยผู้เรียนเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา (เวชฤทธิ์ อังกะภัทรขจร, 2555) ซึ่งการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนควรจะได้เรียนรู้ ผึกฝน และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตนเองให้ผู้เรียนมีแนวทางในการคิดที่หลากหลาย รู้จักประยุกต์ และปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสม รู้จักที่จะตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาม อีกทั้งการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ยังเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจ และดึงดูดความสนใจของผู้เรียน นอกจากนี้

ยังสามารถช่วยให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการ และกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่หลากหลาย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ดังนั้น ผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา โดยกิจกรรมการเรียนรู้จะต้องช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา ซึ่งผู้สอนอาจมีการตั้งปัญหาที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคย และปัญหานั้นมีวิธีแก้ปัญหาได้หลายวิธี และใช้การเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกัน จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนรู้มากขึ้น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันในการแสวงหาความรู้ มีอิสระในการแสดงความคิดเห็น และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555; เวชฤทธิ์ อังกะภักทรจรรยา, 2555; Baroody, 1993; Gonzales, 1994)

จากรายงานการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไทยยังขาดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา และขาดทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดแก้ปัญหาจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนทั้งประเทศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2560-2562 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 26.30, 30.04 และ 26.73 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และเมื่อพิจารณาในระดับโรงเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” ในปีการศึกษา 2560-2562 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 22.68, 27.62 และ 23.05 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศ (โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์”, 2562) รวมทั้งการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในฐานะครูผู้สอน และจากการสัมภาษณ์ครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เมื่อพบเจอกับโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยจะยังไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากผู้เรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผิดพลาด มีการวางแผนแก้ปัญหา หรือดำเนินการแก้ปัญหาไม่เป็นลำดับขั้นตอน และไม่ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้มีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ ทั้งนี้อาจเกิดจากหลายสาเหตุ ซึ่งสาเหตุที่สำคัญประการหนึ่ง คือ ผู้เรียนบกพร่องในการคิดแก้ปัญหาไม่สามารถคิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง และผู้เรียนขาดความเข้าใจกระบวนการ หรือวิธีการแก้ปัญหา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ซึ่งไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2555) ได้กล่าวว่า ครูส่วนใหญ่ใช้วิธีต่าง ๆ ในการสอนคณิตศาสตร์ที่ไม่ได้ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดของตนเองในการแก้ปัญหาคูสรุ่นใจแต่คำตอบ หรือผลลัพธ์ที่ถูกต้อง และไม่สนใจกระบวนการแก้ปัญหาของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนไม่ได้ฝึกการแก้ปัญหา ดังนั้น ครูจะต้องปรับเปลี่ยนกิจกรรมการเรียนรู้โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา โดยแบ่งออกเป็นความสามารถ 4 ด้าน คือ การทำความเข้าใจปัญหาการวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผล (Polya, 1973)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนสร้างความรู้จากการช่วยกันแก้ปัญหา โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะเริ่มต้นด้วยปัญหาที่ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา ซึ่งโครงสร้างทางปัญญามีอยู่เดิมจะไม่สามารถจัดการแก้ปัญหานั้นได้ ต้องมีการคิดค้นเพิ่มเติมที่เรียกว่า “การปรับโครงสร้าง” หรือ “การสร้างโครงสร้างใหม่” ทางปัญญา (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2556) สอดคล้องกับแนวคิดของฌอง เพียเจต์ (Jean Piaget) ที่เชื่อว่าความรู้เป็นโครงสร้างทางปัญญาที่บุคคลสร้างขึ้นเพื่อคลี่คลายสถานการณ์ปัญหาที่เผชิญอยู่ โดยมีการตรวจสอบว่าสามารถนำไปใช้แก้ปัญหา หรืออธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ที่อยู่ในกรอบโครงสร้างเดียวกันได้ ซึ่งในการปรับความคิดในโครงสร้างทางปัญญาโดยการพยายามที่จะ

เชื่อมโยงความคิด หรือประสบการณ์เดิมกับความคิด หรือประสบการณ์ใหม่ในลักษณะนี้จะเกิดการเรียนรู้ อย่างมีความหมายขึ้น โดยผู้สอนทำหน้าที่เพียงผู้สนับสนุนการเรียนรู้ และอำนวยความสะดวก มิใช่การจัดการ การเรียนรู้แบบขึ้นทำให้ปฏิบัติตาม แต่เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนสังเกตสิ่งรอบตัวด้วยความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Wade, 1995 และศรีสุวรรณ ศรีชื่นขมา, 2560) พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนด้วยทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ ฝึกแก้ปัญหาอย่างหลากหลายเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้กับผู้เรียน เปิดโอกาส ให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ และทักษะในการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาปลายเปิดนั้น ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน กิจกรรมการเรียนรู้ มีความมุ่งมั่นในการเรียนรู้ และได้แสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างอิสระ ผู้เรียนได้มี โอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน ยอมรับแนวทางการแก้ปัญหาของผู้อื่น และได้ค้นพบวิธีการ แก้ปัญหาใหม่ ๆ ด้วยตนเอง โดยปัญหาปลายเปิดนั้น ๆ จะเป็นสิ่งกระตุ้นกระบวนการคิดของผู้เรียน (Sawada, 1997) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Nohda, 1986 และภิญญาปวีร์ แสงกล้า, 2559) พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จะเห็นว่าทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นทฤษฎีที่มุ่งให้ผู้เรียนช่วยกันสร้างความรู้จากการช่วยกัน แก้ปัญหา เน้นให้ผู้เรียนได้อาศัยประสบการณ์เดิม เพื่อใช้แก้ปัญหาด้วยตนเอง และการจัดการเรียนรู้วิธีการ แบบเปิดเป็นการเรียนรู้ โดยการนำเสนอปัญหาปลายเปิดเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย อีกทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนแนวความคิดเกี่ยวกับการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนได้ประสบการณ์ใหม่ และมีแนวทางในการพัฒนาการแก้ปัญหา ของตนเอง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเป็นแนวทาง ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพได้ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและกรอบแนวคิด

1. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory)

- 1.1 ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ฟอสโนท (Fosnot, 1996) ได้กล่าวไว้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียน

รู้ของผู้คนเป็นการบรรยาย โดยอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยา ปรัชญา มานุษยวิทยา ว่าความรู้ได้มาอย่างไร และคืออะไร ทฤษฎีอธิบายว่าความรู้เป็นสิ่งชั่วคราว และถูกสร้างขึ้นภายในตัวคน โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคม และวัฒนธรรม สำหรับการเรียนรู้นั้นเป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมได้ด้วยตนเอง ในการต่อสู้กับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่แตกต่างจากเดิม

เทราส์แมน และลิชเทนเบิร์ก (Troutman & Lichtenberg, 1998) ได้กล่าวไว้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นทฤษฎีในเรื่องการค้นคว้าแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถรวบรวมข้อมูลความรู้ใหม่ ๆ ในจิตใต้สำนึกภายในจิตใจ (Schemata) โดยการรับรู้ และยอมรับสิ่งใหม่ ๆ เข้ามาในสิ่งแวดล้อม และเป็นข้อพิสูจน์ว่าสมมติฐานที่ได้ตั้งขึ้นนั้นเป็นความจริง จากการสร้างการเชื่อมโยง และการเปรียบเทียบทสรูปของตัวเองกับคนอื่น ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานให้เกิดการสร้างความรู้ใหม่

เวซฤทธิ์ อังกะระภัทรขจร (2555) ได้กล่าวไว้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองจากการปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น และสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น โดยผู้สอนจะคอยกระตุ้นจัดสถานการณ์ และสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

อมรา สิทธิคำ (2560) ได้กล่าวไว้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ คือ ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ผ่านกระบวนการคิดของตนเอง โดยความรู้ไม่ใช่มาจากการสอนของผู้สอนเพียงอย่างเดียว แต่ความรู้จะถูกสร้างขึ้นจากผู้เรียนเอง โดยอาศัยความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่พบเจอกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม และผู้สอนมีหน้าที่จัดการให้ผู้เรียนได้ปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนเอง

จากเอกสารข้างต้น สรุปว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้จากการช่วยกันแก้ปัญหา ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้ที่มีอยู่เดิม โดยผู้สอนจะเป็นผู้ที่คอยอำนวยความสะดวก และสร้างแรงจูงใจให้เกิดกับผู้เรียน และผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างเต็มที่

2. การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

โนตะ (Nohda, 1986) ได้กล่าวไว้ว่า วิธีการแบบเปิดเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถกระตุ้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับผู้เรียนได้ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะ และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นทักษะการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

เบคเกอร์ และชิมาดะ (Becker & Shimada, 1997) ได้กล่าวไว้ว่า วิธีการแบบเปิดเป็นวิธีการสอนโดยครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ให้กับผู้เรียน ซึ่งปัญหาที่ครูนำเสนอไม่น่าจำเป็นต้องมีคำตอบเดียว หรือวิธีแก้ปัญหาวิธีเดียว ครูต้องใช้กระบวนการในปัญหาที่หลากหลายที่จะทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ใหม่ กิจกรรมภายในห้องเรียนผู้สอนจะต้องช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์อย่างเหมาะสม จะทำให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา และตรวจสอบผลลัพธ์อีกทั้งได้ทราบแนวคิดใหม่จากผู้เรียนคนอื่น ๆ

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547 อ้างถึงใน พัทธยากร บุสสยา, 2559) ได้กล่าวไว้ว่า วิธีการเรียนรู้แบบเปิดเป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ไปในแนวทางที่ตอบสนองความต้องการ และความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนควบคู่ไปกับระดับของการตัดสินใจในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ภิญญาปวีร์ แสงกล้า (2559) ได้กล่าวไว้ว่า วิธีการแบบเปิดเป็นกระบวนการจัดกิจกรรมที่ใช้กิจกรรมปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับผู้เรียนให้มีสถานการณ์ปัญหาที่เป็นแบบเปิด เพื่อเป็นการกระตุ้นความคิดของผู้เรียนเน้นให้ผู้เรียนได้คิดกว้าง คิดหลากหลาย คิดสร้างสรรค์ และหาวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

จากเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีการนำเสนอปัญหาให้กับผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียน ส่งเสริมพัฒนาให้ผู้เรียนคิดเป็นและแก้ปัญหาเป็น

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด โดยมีขั้นตอนและรายละเอียด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์	วิธีการแบบเปิด	ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับวิธีการแบบเปิด
1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน แจกจุดประสงค์และทบทวนความรู้เดิมที่มีอยู่ต่อเรื่องที่จะเรียน ซึ่งจำเป็นต่อการเชื่อมโยงให้เกิดการเรียนรู้ความรู้ใหม่	1. ขั้นนำเสนอปัญหา ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา โดยครูไม่แนะนำวิธีการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร กำหนดอะไรให้บ้าง ต้องการให้หาอะไร สิ่งที่กำหนดให้เพียงพอต่อการหาคำตอบหรือไม่	1. ขั้นทบทวนและนำเสนอปัญหา ทบทวนความรู้ที่มีอยู่ต่อเรื่องที่จะเรียน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกถึงประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และนำเสนอปัญหาใหม่ให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา และร่วมกันทำความเข้าใจกับปัญหาว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร กำหนดอะไรให้บ้าง ต้องการให้หาอะไร
2. ขั้นปรับความคิด เสนอปัญหาที่นำไปสู่ความขัดแย้งทางปัญญา ให้ผู้เรียนทำความเข้าใจ วางแผนการแก้ปัญหา และแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน หาแนวทางและวิธีการที่ดีที่สุด สำหรับใช้ในการทดสอบแนวความคิดหรือความรู้ความเข้าใจของตน	2. ขั้นลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองในการวางแผนแก้ปัญหา และแก้ปัญหาตามแผนจนได้คำตอบ แล้วมาร่วมเรียนรู้กับผู้อื่น ร่วมกันอภิปรายให้เพื่อนในกลุ่มได้รับทราบแนวความคิดและกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง	2. ขั้นกระตุ้นความรู้ ใช้กระบวนการกลุ่มให้ผู้เรียนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหานั้น และออกแบบวิธีการแก้ปัญหาการวางแผนแก้ปัญหา จากนั้นดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางไว้จนสามารถหาคำตอบได้ ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์	วิธีการแบบเปิด	ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับ วิธีการแบบเปิด
3. ขั้นตรวจสอบความรู้ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ เสนอสถานการณ์ตัวอย่างหรือวิธีอื่นที่แตกต่างแล้วร่วมกันอภิปราย	3. ขั้นการอภิปราย เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ และนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อให้เพื่อนได้เข้าใจถึงแนวคิดนั้น ๆ หลังจากนั้นผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน	3. ขั้นตรวจสอบและอภิปราย ผู้เรียนตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ แต่ละกลุ่มนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาแลกเปลี่ยนแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่สมาชิกในกลุ่มอื่น ๆ
4. ขั้นสรุปและนำความรู้ไปใช้ ผู้เรียนร่วมกันสรุปหลักการและกระบวนการแก้ปัญหา สามารถนำความรู้ความเข้าใจและกระบวนการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ไปใช้ ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย ซึ่งเป็นการบ่งบอกได้ถึงการเรียนรู้ที่มีความหมายของผู้เรียน	4. ขั้นสรุป เป็นขั้นตอนการสรุปผลการเรียนรู้และสรุปกระบวนการแก้ปัญหา ตั้งแต่การทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบผล เพื่อหาข้อสรุปของบทเรียนและสรุปเป็นแนวคิดร่วมกัน	4. ขั้นสรุปและนำไปใช้ สรุปความรู้ที่ได้รับทั้งความรู้เดิมและความรู้ใหม่ ผู้เรียนร่วมกันสรุปเป็นแนวความคิดและกระบวนการแก้ปัญหาในเรื่องที่เรียน และตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของความรู้ความเข้าใจของตนเอง และนำกระบวนการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ไปใช้

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya, 1973) ได้กล่าวเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจว่าอะไรที่ต้องการค้นหา โดยผู้เรียนต้องทำความเข้าใจปัญหา และระบุส่วนที่สำคัญของปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นการค้นหาความสัมพันธ์ หรือความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับตัวที่ไม่รู้ ค้นหาความสัมพันธ์ที่ได้มาผสมผสานกับประสบการณ์ กำหนดแนวทาง หรือแผนในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นการลงมือปฏิบัติตามที่ได้วางแผนไว้ และตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนแล้วลงมือปฏิบัติจนได้คำตอบ ถ้าไม่ได้คำตอบต้องค้นหา และแก้ปัญหาใหม่จนแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และวิธีแก้ปัญหาที่ใช้คำตอบ หรือวิธีอื่นในการแก้ปัญหานี้ได้อีก หรือไม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้กล่าวไว้ว่า เป็นความสามารถของผู้เรียนในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา วางแผน และดำเนินการในการแก้โจทย์ปัญหา ตลอดจนหาคำตอบที่ถูกต้องของปัญหาที่กำหนดให้โดยใช้ทักษะการคิดคำนวณ ซึ่งประกอบไปด้วยความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. การทำความเข้าใจโจทย์ คือ การแปลความจากโจทย์ที่กำหนดให้แล้วแยกแยะองค์ประกอบของโจทย์ เช่น สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้เพียงพอต่อการที่จะหาคำตอบหรือไม่ ข้อมูลใดบ้างที่ต้องการหาเพิ่ม

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของโจทย์ คือ การตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนพิจารณาขั้นตอนการแก้โจทย์ เช่น ต้องทำขั้นตอนใดก่อน ใช้วิธีการใดหาคำตอบ เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร

3. การคำนวณหาคำตอบ คือ การคำนวณหาคำตอบในแต่ละขั้นตอนและหน่วยของคำตอบ

4. การสรุปและรายงานผล คือ การย้อนกลับไปตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ และความสมเหตุสมผลของวิธีการหาคำตอบ

จากเอกสารที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการวัดความรู้ ความคิด ทักษะ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการค้นหาคำตอบ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น ความสามารถ 4 ด้าน คือ

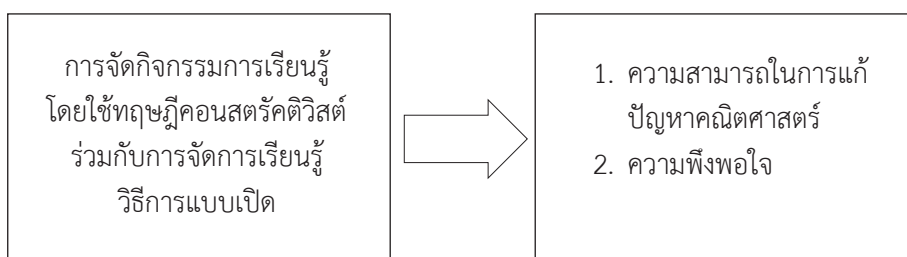
1. การทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร กำหนดอะไรให้บ้าง ต้องการให้หาอะไร สิ่งที่กำหนดให้เพียงพอต่อการหาคำตอบ หรือไม่

2. การวางแผนแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหานั้น และออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ โดยให้ผู้เรียนพิจารณาว่าต้องทำขั้นตอนใดก่อน และใช้วิธีการใดหาคำตอบ

3. การดำเนินการตามแผน ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามแผน หรือแนวทางที่วางไว้จนสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผน หรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถหาคำตอบได้ผู้เรียนต้องตรวจสอบความถูกต้องของแต่ละขั้นตอนในแผนที่วางไว้ หรือเลือกยุทธวิธีใหม่จนกว่าจะได้คำตอบ

4. การสรุปคำตอบ เป็นการตรวจสอบดูว่าคำตอบถูกต้องสมบูรณ์ หรือไม่ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 10 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 413 คน ซึ่งทางโรงเรียนจัดนักเรียนเข้าชั้นเรียนแบบละความสามารถ (โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์”, 2564)

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 35 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน มีรายละเอียด ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด จำนวน 5 แผน รวม 12 ชั่วโมง

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ และศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด จากเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 5 แผน รวม 12 ชั่วโมง โดยออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด มี 4 ขั้นตอน 1) ขั้นทบทวนและนำเสนอปัญหา 2) ขั้นกระตุ้นความรู้ 3) ขั้นตรวจสอบและอภิปราย และ 4) ขั้นสรุปและนำไปใช้

1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องและความเหมาะสมของเนื้อหา จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำ

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมและความสมบูรณ์ของแผนการจัดการเรียนรู้ ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ ตลอดจนการวัด และประเมินผล และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence) โดยแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จึงถือว่าเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการวิจัยได้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน มีค่า IOC เท่ากับ 1.00

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับจากการตรวจพิจารณา มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้เกิดความถูกต้องสมบูรณ์ก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงและแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุบลัมภ์”

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 10 ข้อ

2.1 วิเคราะห์เนื้อหา ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ และศึกษาทฤษฎี หลักการและวิธีการสร้างแบบทดสอบอัตนัยจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 15 ข้อ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของผู้เรียน 4 ด้าน ดังนี้ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการสรุปคำตอบ และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.3 เสนอแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไข

2.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและประเมินผล ด้านการสอนและด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence) โดยแบบทดสอบแต่ละข้อได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จึงถือว่าเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในงานวิจัยได้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) ซึ่งแบบทดสอบฉบับนี้มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.70–1.00

2.5 นำแบบทดสอบที่อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านตรวจสอบแล้วมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลอง (Try Out) กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุบลัมภ์” จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.6 ตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบรายข้อ นำผลมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยาก (p) ในช่วง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) 0.20 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) โดยผลการวิเคราะห์ได้แบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ ที่มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.41–0.68 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.27–0.57

2.7 ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ โดยหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient- α) ของครอนบัค (Cronbach) โดยแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.70 ขึ้นไป จึงถือว่าเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในงานวิจัยได้ (สุภรณ์ ลิ้มบริบูรณ์ และคณะ, 2557) ซึ่งแบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.91

2.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผ่านการคัดเลือก และหาคุณภาพไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุบลัมภ์”

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

3.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนา แบบสอบถามให้ครอบคลุมตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย และศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามแบบ มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคิร์ท และร่างข้อคำถามให้ครอบคลุมรอบเนื้อหา ที่กำหนด

3.2 จัดพิมพ์ข้อคำถาม รวบรวมเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจ ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ ด้านสื่อการสอน ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับ จำนวน 15 ข้อ

3.3 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านพิจารณา เพื่อตรวจสอบในด้าน ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วคัดเลือกแบบสอบถาม ทั้งปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยแบบสอบถามแต่ละข้อได้ ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จึงถือว่าเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในงานวิจัยได้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) ซึ่งแบบสอบถามฉบับนี้มีค่า IOC เท่ากับ 1.00

3.4 จัดพิมพ์ข้อคำถามแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด เพื่อเป็นเครื่องมือฉบับสมบูรณ์

3.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาหาค่า อำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้วิธีการหาค่าสหสัมพันธ์อย่างง่าย (Item-total Correlation) คัดเลือกแบบสอบถาม ที่มีค่าอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) โดยแบบสอบถามฉบับนี้มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.61-0.88 และหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient- α) ของครอนบัค (Cronbach) โดยแบบสอบถามมีความเชื่อมั่น 0.70 ขึ้นไปจึงถือว่าเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในงานวิจัยได้ (สุภรณ์ ลิ้มบริบูรณ์ และคณะ, 2557) ซึ่งแบบสอบถามความพึงพอใจฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.97

3.6 เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองให้นักเรียนเป็นผู้ตอบแบบสอบถาม แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของ แบบสอบถามความพึงพอใจที่ได้จากการวิเคราะห์ไปทำการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ เพื่อใช้ในการแปล ความหมาย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. จัดปฐมนิเทศเพื่อทำความเข้าใจกับนักเรียน และทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)
2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด
3. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) จากนั้น นำไปตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เมื่อตรวจสอบ และรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำคะแนนไปวิเคราะห์ข้อมูล
4. นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจ และวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิเคราะห์ ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test for Dependent Samples

2. การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลค่าเฉลี่ย

ผลการศึกษา

1. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์					
	n	$\bar{X}$	S.D.	df	t	p
ก่อนเรียน	35	13.90	5.29	34	19.69*	.01
หลังเรียน	35	36.17	8.55			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 2 ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ย ($\bar{X}$) 13.90 คะแนน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 5.29 และคะแนนหลังเรียนเฉลี่ย ($\bar{X}$) 36.17 คะแนน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 8.55 พบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($t - test = 19.69$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย

2. ระดับความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

ตารางที่ 3 ระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านสื่อการสอน	4.57	0.74	มากที่สุด
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.54	0.76	มากที่สุด
3. ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	4.62	0.71	มากที่สุด
รวม	4.58	0.73	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.58$, S.D. = 0.73) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่สุด คือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับ ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.71) รองลงมา คือ ด้านสื่อการสอน ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.74) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.76)

อภิปรายผล

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยเมื่อนักเรียนได้รับการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดตามขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวน และนำเสนอปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความรู้ ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบ และอภิปราย และขั้นที่ 4 ขั้นสรุป และนำไปใช้ นักเรียนจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา ด้านที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา ด้านที่ 3 การดำเนินการตามแผน และด้านที่ 4 การสรุปคำตอบ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดถือว่าการจัดการเรียนรู้ที่มีความสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของศรีสุวรรณ ศรีขันขมา (2560) ที่ศึกษาเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของภิญญาปวีร์ แสงกล้า (2559) ที่ศึกษาเรื่อง การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตน่ารู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิดเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่สุด คือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับ ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.71) รองลงมา คือ ด้านสื่อการสอน ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.74) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.76) แต่ยังถือว่ามีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ใช้สถานการณ์อย่างหลากหลาย มีความเหมาะสม และสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยอิสระ นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยกระบวนการกลุ่ม และการแสดงความคิดเห็น ทำให้นักเรียนแสดงศักยภาพ

ความสามารถอย่างเต็มที่ ส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกาญจนา เจริญช่วย (2558) ที่ศึกษาเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดอยู่ในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะพร นิตยารส (2562) ที่ศึกษาเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง อสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีความพึงพอใจในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้

1. ครูผู้สอนต้องเป็นกัลยาณมิตรที่ดีกับนักเรียน พร้อมทั้งให้คำปรึกษาคำแนะนำแก่นักเรียนตลอดเวลา เปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ ไม่ควรปิดกั้นความคิดเห็นของนักเรียน แต่ควรส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนมีความกล้าแสดงออก

2. ครูใช้คำถามทบทวนเนื้อหาเดิม เรียบเรียงลำดับเนื้อหาให้เหมาะสมกับนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ใช้สถานการณ์ปัจจุบัน หรือสภาพแวดล้อมที่ใกล้ตัวนักเรียน ช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพ และกระตุ้นการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดไปศึกษาทดลองกับตัวแปรอื่น เช่น การให้เหตุผล การคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

2. ควรทำการศึกษากลุ่มที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดกับกลุ่มที่ใช้การสอนแบบปกติหรือวิธีการสอนแบบอื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา เจริญช่วย. (2558). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2556). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1 (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญเลี้ยง หุมทอง. (2556). ทฤษฎีและการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: เอสพรีนติ้งไทยแพคคอตรี.

ปิยะพร นิตยารส. (2562). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง อสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- พัทธยากร บุสยา. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ภิญญาปวีร์ แสงกล้า. (2559). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตน่ารู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิดเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2555). เด็กไทยรั้งท้ายผลสอบ PISA นักวิชาการชี้ขาดคิดวิเคราะห์. สืบค้นเมื่อ 1 ตุลาคม 2563 จาก <http://www.bangkokbiznews.com/home/news/politics/education>.
- โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหาวดจวนอุปลัมภ์”. (2562). รายงานการประเมินตนเอง ประจำปีการศึกษา 2562. สืบค้นเมื่อ 1 ตุลาคม 2563 จาก <https://online.pubhtml5.com/zcgi/buqx/>.
- โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหาวดจวนอุปลัมภ์”. (2564). รายงานผลการประเมินตนเองของสถานศึกษา (SAR: Self-Assessment Report) ปีการศึกษา 2564. สืบค้นเมื่อ 2 พฤษภาคม 2565 จาก <https://drive.google.com/file/d/1aCCZQUnnW7TQLTck53BFwkk8blyfGWdY/view>.
- เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร. (2555). ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตร การสอน และการวิจัย. กรุงเทพฯ: จริยสุนิทวงศ์การพิมพ์.
- ศรีสุวรรณ ศรีขันขมา. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุภรณ์ ลิ้มบริบูรณ์ และคณะ. (2557). เอกสารประกอบการสอนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: 21 เซ็นจูรี.
- อมรา สิทธิคำ. (2560). การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ควบคู่กับการจัดการเรียนรู้แบบโมเดลซิปปา (CIPPA MODEL) เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.

References

- Baroody, A. J. (1993). **Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8 Helping Children Think Mathematically**. New York: Macmillan Publishing Company.
- Becker, J. P., & Shimada, S. (1997). **The Open-ended Approach: A New Proposal for Teaching Mathematics**. Reston: National Council of Teachers of Mathematics.
- Fosnot, C. T. (1996). **Constructivism: Theory Perspective and Practice**. New York: Teacher College.
- Gonzales, N. A. (1994). Problem Solving: A Neglected Component in Mathematics Courses for Prospective Elementary and Middle School Teacher. **School Science and Mathematics**. 94 (2), 74.
- Nohda, N. (1986). **A Study of “Open Approach” Method in School Mathematics Teaching: Focus on Mathematical Problem-solving Activities & Emclsh**. Ibaraki: Institute of Education, University of Tsukuba.
- Polya G. (1973). **How to Solve it**. Princeton, New Jersey: Princeton University.
- Sawada, S. (1997). **The Open-ended Approach: A New Proposal for Teaching Mathematics**. Reston: National Council of Teachers of Mathematics.
- Troutman & Lichtenberg. (1998). **Mathematics a Good Beginning**. Florida: University of South.
- Wade, E.G. (1995). A Study of the Effect of a Constructivist-Based Mathematics Problem-Solving Instructional on the Attitude, Self-Confidence and Achievement of Post Fifth Grade Student. **Dissertation Abstracts International**. 55 (11), 3411A. Retrieved October 9, 2023 from [http:// search.proquest.com/docview/242834125?accountid=52081](http://search.proquest.com/docview/242834125?accountid=52081).

คณะผู้เขียน

นางสาวณัฐธิดา สมบูรณ์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
1061 ซอยอิสรภาพ 15 แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กทม. 10600
e-mail: airrysomboon@gmail.com

อาจารย์ ดร.เพ็ญพร ทองคำสุก

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
1061 ซอยอิสรภาพ 15 แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กทม. 10600
e-mail: phenporn.th@bsru.ac.th

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร ศรีหามิ

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
1061 ซอยอิสรภาพ 15 แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กทม. 10600
e-mail: srihamee@yahoo.com

รองศาสตราจารย์ ดร.อารีวรรณ เอี่ยมสะอาด

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
1061 ซอยอิสรภาพ 15 แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กทม. 10600
e-mail: areewanareewan.iamsaard@gmail.com

