

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎี
คอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมองผ่านการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์
Study of Mathematics Learning Achievement Based on Constructivist
Theory and Brainstorming Through Online Learning Management

เบญจพร สว่างศรี

Benchaporn Sawangsri

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

Corresponding author E-mail : benjaprn@gmail.com

Received: 3 May 2023

Revised: 17 April 2024

Accepted: 22 April 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมองผ่านการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ 2) หาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมองผ่านการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์และ 3) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้นักศึกษาไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ชั้นปีที่1 ที่ลงทะเบียนรายวิชา Calculus 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จำนวน 34 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมองผ่านการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เท่ากับ 0.6796 และผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมองผ่านสังคมออนไลน์สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้

คำสำคัญ : คอนสตรัคติวิสต์ / การระดมสมอง / คณิตศาสตร์ / การจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ / ผลสัมฤทธิ์

Abstract

The objectives of this research were 1) to develop mathematics learning activities based on theoretical concepts and 2) to find the effectiveness index of mathematics learning activities based on constructivist theory combined with brainstorming techniques. through online learning management and 3) developing academic achievement for students of not less than 70 percent with academic achievement passing the criteria of 70 percent or more. The sample used in the research was undergraduate students. Electrical Engineering, 1st-year students enrolled in Calculus 1, semester 1, academic year 2022, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, totaling 34 students by group random sampling. The tools used in the research are: a learning activity plan, a learning behaviour observation record form and an achievement test

The study implemented a five-step learning activity plan grounded in constructivist theory and incorporating online brainstorming techniques within an online learning management system (LMS). The effectiveness index of these activities was determined to be 0.6796, signifying a moderately positive impact on student learning outcomes.

Furthermore, learner performance on the mathematics learning achievement test revealed a mean score of 70%. This indicates that the intervention strategy, which combined constructivist learning principles with online brainstorming techniques, was successful in enhancing mathematics learning achievement.

Keywords : Constructivist / Brainstorming / Mathematics / Achievement Online / learning management

บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562 โดยกำหนดจุดมุ่งหมายและการจัดการเรียนการสอนว่าการจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกายและสติปัญญา ความรู้คุณธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข การศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้ ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้เต็มความสามารถ มีกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน การจัดการเรียนการสอนปัจจุบันต้องมีการปฏิรูปการเรียนรู้ โดยจะต้องเน้นที่การเรียนรู้มากกว่าการสอน เน้นให้นักศึกษารู้จักวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง (learning how to learn) กลยุทธ์เกี่ยวกับการปฏิรูปการศึกษาระดับอุดมศึกษา คือต้องมีการปลูกฝังและส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา นอกจากนี้เกี่ยวกับวิธีการเรียนการสอนต้องมีการลดการบรรยาย เน้นกิจกรรมที่ส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียน

คณิตศาสตร์มีความจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก็มีผลสืบเนื่องมาจากคณิตศาสตร์เป็นส่วนใหญ่ ความสำคัญดังกล่าวจำเป็นต้องค้นหาวิธีการให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ เกิดทักษะ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ การจัดกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนฝึกปฏิบัติจริง ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง หาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการค้นคว้า หาข้อสรุป กฎเกณฑ์ สอดคล้องกับ ประพนธ์ จำเริญ (2562) กล่าวถึงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรมีการใช้เทคนิคการสร้างองค์ความรู้โดยการเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ปัจจุบันการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้นมีการเน้นโดยให้ความสำคัญกับผู้เรียน มีการคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง แต่ก็ยังคงพบปัญหาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับอุดมศึกษาส่วนใหญ่เป็นปัญหาจากตัวนักศึกษาคือนักศึกษาพื้นฐานไม่ดี ไม่มีความถนัด ไม่ตั้งใจเรียน ไม่สามารถประยุกต์ความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ เนื้อหาในรายวิชามากเกินไป น่าเบื่อ และนักศึกษามีเวลาจำกัดเพราะต้องเรียนวิชาอื่นๆด้วย การจัดการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา ได้ใช้รูปแบบที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (เรณูมาศ มาอุ่น, 2559) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) เป็นรูปแบบการเรียนรู้หนึ่งที่ส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ธารภรณ์ เน้นซาร (2564) และ สำรวย หาญหัว (2562) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่ามีความเหมาะสมกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากมีการให้ความสำคัญ กับประสบการณ์และกระบวนการ การได้มาซึ่งความรู้

เน้นให้ผู้เรียนได้คิดและสร้างความรู้ การเผชิญสถานการณ์ปัญหาและเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ซึ่งต้องอาศัย การศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้โดยการค้นหาและแสวงหาความรู้ แก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหด้วยตนเองและเรียนรู้จากการปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์และคณะ ,2558)

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมองเพื่อตรวจสอบประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทางทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมองเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เกิดทักษะการทำงานร่วมกัน ความคิดสร้างสรรค์ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมองผ่านการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์
2. หาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมองผ่านการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์
3. พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้นักศึกษาไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

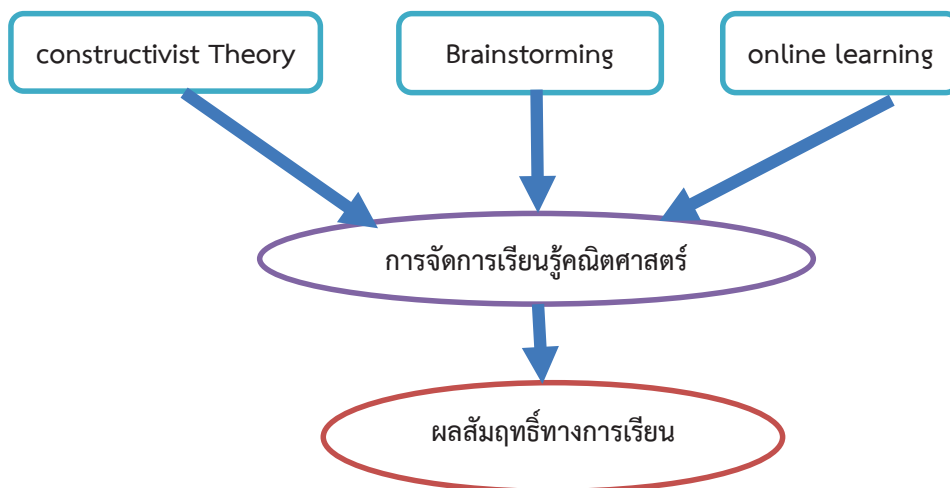
ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่1 ภาคเรียนที่1 ปีการศึกษา 2565 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี ที่ลงเรียนรายวิชา Calculus 1 จำนวน 180 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี ที่ลงเรียนรายวิชา Calculus 1 จำนวน 34 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (cluster sampling)

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหาที่อยู่ในรายวิชา Calculus 1 หัวข้ออนุพันธ์ และการประยุกต์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์มาประกอบกับแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมอง ดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมองผ่านการเรียนการสอนแบบออนไลน์

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทของผู้เรียนในการสร้างความรู้และความเข้าใจของตนเอง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ชี้ให้เห็นว่าผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อมีส่วนร่วมในกิจกรรมเชิงปฏิสัมพันธ์ ได้ตอบและลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนรู้ได้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์และคณะ, 2558)

เทคนิคการระดมสมอง (Brainstorming Techniques) เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาช่วยสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ ๆ และหาวิธีการใหม่ ๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา เปลี่ยนสิ่งที่ไม่รู้ให้กลายเป็นความเข้าใจใหม่ นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เริ่มจากการระบุปัญหาที่คุณต้องการให้ชัดเจน กำหนดเกณฑ์ที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติ ระบุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนคือการสร้างกรอบแนวความคิดให้ได้มากที่สุดภายในช่วงเวลาที่กำหนด เพื่อสร้างแนวคิดและองค์ความรู้ของตนเองให้ได้มากที่สุด ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมกลุ่มผู้เรียน ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นแนะนำแนวทางการอภิปรายกลุ่ม (Abdullahi , 2015)

การจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ (online learning) เป็นการจัดการจัดการเรียนการสอน โดยใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยสอน ผู้เรียนและผู้สอน สามารถติดต่อกันเพื่อปรึกษา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ระหว่างกันโดยอาศัยเครื่องมือการติดต่อสื่อสารที่ทันสมัย เช่น e-mail, web-board, chat, social network, application line

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ คือ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมอง มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้ ศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎี เกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตาม แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการระดมสมอง และ การจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ จากนั้นวิเคราะห์เนื้อหา ความคิดรวบยอด จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อนำมาสร้างเป็นแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 6 แผนใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนละ 3 ชั่วโมง สร้างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับ เทคนิคการระดมสมอง นำแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับ เทคนิคการระดมสมอง ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเสนอแนะ ปรับปรุง ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้จริง

เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติการ คือ แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้ เป็นแบบบันทึกการสังเกตแบบปลายปิดมีขั้นตอนในการสร้างและหาประสิทธิภาพ ดังนี้ กำหนดขอบข่ายประเด็นที่จะสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ สร้างแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้ให้ครอบคลุมตามขอบข่ายประเด็นที่สังเกต นำแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้ ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเสนอแนะ ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ทดลองใช้กับนักเรียนซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อก่อนนำไปใช้จริง

เครื่องมือที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพการเรียนรู้ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 10 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างและหาประสิทธิภาพ ดังนี้ กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการจัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ศึกษาแนวทางการสร้างข้อสอบแบบอัตนัยจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง สร้างแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องของภาษา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ปรับปรุงแก้ไขตาม คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตัวเอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมอง จำนวน 6 ครั้ง ๆ ละ 3 ชั่วโมงโดยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำ และฝึกคิดด้วยตนเองเป็นสำคัญ คำนึงถึงความต้องการ และความแตกต่างของผู้เรียนส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ โดยให้นักศึกษาคิดค้นหาคำตอบโดยการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มแบบการระดมสมอง ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นเตรียมความพร้อมของผู้เรียน โดยผู้สอนทำการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนทราบ และทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเพื่อให้เชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่จะเรียนต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 ชี้นำสอน เป็นขั้นการดำเนินการที่จะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองผู้เรียนจะเผชิญสถานการณ์ปัญหาและทำการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย ดังนี้ ขั้นเผชิญสถานการณ์ปัญหาและแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล ขั้นไตร่ตรองระดับกลุ่มย่อย ขั้นไตร่ตรองระดับชั้นเรียน

ขั้นตอนที่ 3 ชี้นำสรุป เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้โดยการอภิปรายร่วมกันเพื่อสรุปแนวคิด หลักการ และเลือกวิธีการในการหาคำตอบ และผู้สอนช่วยสรุปเพิ่มเติมถ้าเห็นว่านักเรียนสรุปได้ไม่ครอบคลุมเนื้อหา

ขั้นตอนที่ 4 ชี้นำฝึกทักษะและการนำไปใช้เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนให้ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างชำนาญ โดยนำมาประยุกต์ใช้ในการทำแบบฝึกหัดที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่ผู้สอนก่อนหน้านี้ โดยผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำในขณะที่ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาและเฉลยโจทย์ปัญหานั้น

ขั้นตอนที่ 5 ชี้นำวัดและประเมินผลเป็นขั้นตอนการประเมินความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนจากการร่วมกิจกรรม การทำใบกิจกรรม และการทำแบบทดสอบหลังเรียนจากนั้นให้ผู้เรียนสรุปความรู้โดยเขียนเป็นบันทึกบทเรียน

2. ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่ออธิบายความสัมพันธ์และปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์กับร่วมกับเทคนิคการระดมสมองภายใต้บริบทการเรียนการสอนรายวิชา Calculus 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการการสร้างข้อสรุปจากข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกและการสนทนากลุ่มเพื่อนำผลมาเขียนอธิบายปรากฏการณ์

ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (สุรางค์ จันทวานิช, 2556) และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป และ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบ t-test dependent (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมองผ่านการเรียนการสอนรายวิชา Calculus 1 ของนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ศูนย์สุพรรณบุรี เนื้อหาอนุพันธ์และการประยุกต์ ผู้สอนใช้กิจกรรมการเรียนรู้กับกลุ่มเป้าหมายเน้นออกแบบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ผ่านกิจกรรมการทำแบบทดสอบเชิงโต้ตอบ เกมการศึกษา การสนทนากลุ่ม ผู้เรียนได้รับการสนับสนุนให้ทำงานร่วมกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็น แก้ปัญหาร่วมกันผ่านกระบวนการตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของคอนสตรัคติวิสต์และเทคนิคการระดมสมอง ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผู้สอนใช้กระบวนการตั้งคำถามที่ดี (Good Questions) ที่กระตุ้นกระตุ้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเกิดการคิดและพัฒนาความคิด มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถแสดงออกถึงวิธีการรวบรวมความรู้ใหม่เข้ากับความรู้ที่มีอยู่เดิม จากการสังเกตชั้นเรียน พบว่า ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้และความเข้าใจของตนเอง ผ่านการระดมสมองเน้นการสนทนากลุ่มและการทำงานร่วมกัน

ขั้นตอนที่ 2 ผู้สอนใช้การตั้งคำถามเพื่อกำหนดเป็นสถานการณ์ปัญหาให้กับผู้เรียน ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล รวบรวมวิธีการแก้ปัญหาผ่านกลุ่มย่อยผ่านการระดมสมองและใช้การถ่ายทอดความคิดโดยการนำเสนอผ่านชั้นเรียน จากการสังเกตชั้นเรียนพบว่าผู้เรียนสามารถแสดงออกถึงวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันไปแต่ละบุคคลเมื่อนำมาสรุปเป็นกลุ่มพบว่าผู้เรียนแต่ละกลุ่มย่อยสามารถสรุปวิธีการแก้ปัญหาเป็นภาพรวมของกลุ่ม และนำเสนอผลงานของกลุ่มผ่านชั้นเรียนทำให้ผู้เรียนมองเห็นว่าวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาเดียวกันมีวิธีการที่หลากหลายขึ้นอยู่กับความรู้พื้นฐานของผู้เรียนด้วยเช่นกัน

ขั้นตอนที่ 3 ผู้สอนใช้การตั้งคำถามเพื่อเป็นการขยายคำตอบของผู้เรียนโดยให้แต่ละกลุ่มสรุปองค์ความรู้ที่ได้และนำเสนอผ่านการเขียนบันทึกการเรียนรู้ (Journal) ผู้สอนใช้การตั้งคำถามเช่นเดิมเพื่อสร้างความมั่นใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน จากการสังเกตชั้นเรียน พบว่า ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำผลงานนำเสนอของเพื่อนๆแต่ละกลุ่มที่ได้สรุปหน้าชั้นเรียนมารวบรวมเป็นองค์ความรู้ของตนเองได้เป็นอย่างดี

ขั้นตอนที่ 4 ผู้สอนใช้การกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างไปจากสถานการณ์ในชั้นเรียนเพื่อฝึกทักษะวิธีการแก้ปัญหาแสดงออกถึงวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนช่วยกันระดมสมองมุ่งเน้น

ให้ผู้เรียนใช้องค์ความรู้ที่หลากหลายที่ผู้เรียนได้ฝึกฝน จากการสังเกตชั้นเรียน พบว่า ผู้เรียนแต่ละกลุ่มพยายามช่วยกันแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดพยายามเลียนแบบจากวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ผู้สอนกำหนดโจทย์ปัญหาที่เน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับศาสตร์ของตนเอง พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถประยุกต์ใช้ได้ดี ผู้เรียนบางคนยังไม่สามารถนำไปใช้ได้ต้องมีเพื่อนและผู้สอนคอยแนะนำเพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุเป้าหมายได้ตามที่ต้องการ

ขั้นตอนที่ 5 ผู้สอนให้ผู้เรียนทำใบงานที่แตกต่างกันจากง่ายไปยาก แล้วจึงทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเขียนสรุปองค์ความรู้เป็นบันทึกการเรียนรู้อีกครั้ง สามารถแสดงผลการวิจัยได้ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการหาดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมองผ่านการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ (n=34)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	จำนวน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน		ดัชนีประสิทธิผล
			ก่อนเรียน	หลังเรียน	
การเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมองผ่านการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์	34	30	452	838	0.6796

จากตารางที่ 1 พบว่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เท่ากับ 0.6796 แสดงว่าผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 67.96 หรือ นักเรียนมีความก้าวหน้าร้อยละ 67.96

ตารางที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักศึกษาไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป (n=34)

การทดสอบ	จำนวน	คะแนนเต็ม	ร้อยละที่ผ่านเกณฑ์	$\bar{X}$	S.D.	t	p – value
หลังเรียน	34	30	82.35	24.96	3.71	5.17*	0.000

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางที่ 2 พบว่า จากจำนวนนักศึกษา 34 คน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 30 คิดเป็นร้อยละ 82.35 ของจำนวนนักศึกษาทั้งหมด และค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์หลังเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมองผ่านการเรียนการสอนแบบออนไลน์มีค่าเท่ากับ 3.71 มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์ แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักศึกษาไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นย้ำถึงความสำคัญของการใช้แนวทางการเรียนการสอนที่เป็นนวัตกรรมใหม่ซึ่งมีพื้นฐานมาจากแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมองประกอบ การการเรียนรู้แบบออนไลน์ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมองผ่านการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ คือ การตั้งคำถามที่ดี การใช้คำถามเพื่อกำหนดสถานการณ์ปัญหา การตั้งคำถามเพื่อเป็นการขยายคำตอบ การกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างไปจากสถานการณ์ในชั้นเรียน และ ผู้เรียนทำใบงานที่แตกต่างกันจากง่ายไปยาก

2. ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เท่ากับ 0.6796 แสดงว่า ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 67.96 หรือคิดเป็นนักเรียนมีความก้าวหน้าร้อยละ 67.96

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักศึกษาไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ดังนั้นสรุปผลการศึกษาวิจัยชี้ให้เห็นว่าการใช้แนวทางเหล่านี้สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีส่วนร่วมและมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลแก่ผู้เรียนมากขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมองผ่านการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์มีผลการวิจัยที่สามารถนำมาอภิปรายผล ดังนี้

จากผลการศึกษาวิจัยด้านประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทางทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมความคิดในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบออนไลน์มีดัชนีประสิทธิผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สามารถส่งเสริมการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นและการคิดเชิงวิพากษ์ ในขณะเดียวกันการใช้เทคนิคการระดมสมองสามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง ประกอบกับผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาจากใบงานที่ผู้สอนแจกให้ทำภายในกลุ่ม นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมตลอดคาบเรียน มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นในความคิดของตนเองและแสดงความคิดเห็นต่อความคิดของเพื่อนแล้วสามารถสรุปหรือสร้างเป็นองค์ความรู้โดยใช้การระดมสมองภายในกลุ่มได้ ซึ่งเพียเจต์ (Piaget, 1977) ได้กล่าวถึงการศึกษาคณิตศาสตร์เป็นการพัฒนาความรู้ความเข้าใจทางการเรียนรู้ตามแนวทางของทฤษฎีการเรียนรู้ของ

คอนสตรัคติวิสต์จะเป็นการเปลี่ยนแปลงกระบวนการสอนและเรียนคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันมากกว่าสอนแต่สูตรที่เป็นนามธรรมแล้วนำไปใช้วิธีการที่สร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นการศึกษาวิจัยนี้จึงแสดงให้เห็นว่าการใช้แนวทางคอนสตรัคติวิสต์ในการสอนคณิตศาสตร์เป็นการเพิ่มความสามารถที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาที่ยั่งยืน สามารถนำมาปรับปรุงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดีและมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลการเรียนรู้ (Anna Vintere, 2018) นอกจากนี้ Hidayanti et al. (2018) ได้ศึกษาผลของการใช้เทคนิคการระดมสมองต่อทักษะความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน พบว่า ประสิทธิภาพของเทคนิคการระดมสมองสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการคิดสร้างสรรค์การเรียนรู้ได้เป็นอย่างดีและการใช้การเรียนรู้ผ่านสังคมออนไลน์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลการเรียนรู้ที่หลากหลายและช่วยให้พวกเขาทำงานร่วมกันและแบ่งปันแนวคิดกับเพื่อนได้อย่างดี

จากผลการศึกษาวิจัยด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมองก็มีความสำคัญ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้การจัดกิจกรรมประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียนครูมีบทบาทในการสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนโดยการตั้งคำถามเพื่อมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการคิดและพัฒนาความคิด ขั้นตอนที่ 2 ชี้นสอนขั้นตอนนี้ผู้เรียนมีบทบาทในชั้นเรียนมากยิ่งขึ้นผ่านการเรียนรู้แบบกลุ่มเน้นการอภิปรายประเด็นปัญหาเพื่อนำมาสร้างเป็นองค์ความรู้ ขั้นตอนที่ 3 ชี้นสรุปความรู้ในขั้นตอนนี้ผู้สอนและผู้เรียนมีบทบาทร่วมกันคือช่วยกันแนะนำและนำเสนอแนวทางเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเขียนสรุปความรู้เป็นรายกลุ่มและตนเองได้ ขั้นตอนที่ 4 ชี้นฝึกทักษะและการนำไปใช้ ขั้นตอนนี้ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้ชี้นำแนวทางให้ผู้เรียนมุ่งเน้นให้ผู้เรียนในข้อคำถามที่ที่หลากหลายที่ผู้เรียนได้ฝึกฝน และขั้นตอนที่ 5 ผู้สอนให้ผู้เรียนได้ทำใบงานที่มีความแตกต่างตั้งแต่ระดับง่ายไปยาก มีการตรวจใบงานแนะนำแนวทางวิธีการที่ถูกต้องให้กับผู้เรียนก่อนที่จะไปทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับ Bermejo et al. (2021) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับรายวิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียนพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่าเน้นการใช้กลยุทธ์ขั้นสูงเพื่อแก้ปัญหาและมีความคลาดเคลื่อนทางการเรียนรู้น้อยกว่าเดิม Gravemeijer K. (2020) ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์พบว่าเหมาะสมกับชั้นเรียน ทำให้งานวิจัยนี้สนับสนุนได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สามารถช่วยปรับปรุงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้นอกจากนี้ Triansa et al. (2016)

ศึกษาผลกระทบของการใช้เทคนิคการระดมสมองกับการสอนคณิตศาสตร์ พบว่า การใช้การระดมสมองมีผลในเชิงบวกต่อการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการเรียนรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนได้เป็นอย่างดี ดังที่การเรียนรู้แบบระดมสมองยังส่งเสริมผู้เรียนที่ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาหรือทำงานให้เสร็จช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการสื่อสารและการทำงานเป็นทีมในขณะเดียวกันก็ส่งเสริมความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นเกี่ยวกับเนื้อหา สนับสนุนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์ของคุณหรือเรียนรู้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัยไปใช้

จากการศึกษาวิจัย ครั้งนี้มีข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย ดังนี้

1. ครูผู้สอนเน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยใช้คำถามปลายเปิด หาคำตอบ และแนวทางการเรียนรู้ของตนเองเพื่อให้ผู้เรียนสามารถสรุปองค์ความรู้และส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูงต่อไป
2. ครูผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนมีการทำงานร่วมกัน ส่งเสริมมีส่วนร่วมในการอภิปรายกลุ่ม การสอนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน และการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพราะสิ่งนี้ช่วยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ของตนเองผ่านการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้
3. ครูผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ พยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดนอกกรอบพิจารณาวิธีแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ไปจากเดิมเพื่อเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้อีกรูปแบบหนึ่ง

ข้อเสนอแนะสำหรับวิจัยครั้งถัดไป

ควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ในบริบทและสาขาวิชาอื่นเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- ธนาภรณ์ แนนธาร. (2564). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคระดมสมอง เรื่องความน่าจะเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา*, 8(10).
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 10. สำนักพิมพ์สุวิทย์ฯ สาน.
- ประพนธ์ จำเริญ. (2562). *ครุคณิตศาสตร์กับการเรียนการสอนศตวรรษที่ 21*. <http://www.kusol.org>.

- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์และคณะ. (2558). *การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เรณูมาศ มาอ่อน. (2559). การจัดการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ. *วารสารเทคโนโลยีภาคใต้*. 9(2).
- สำรวย หาญหัว. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการระดมสมอง เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจเรื่องความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง. *วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 14(2).
- สุภางค์ จันทวานิช. (2556). *การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 11). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- AlMutairi, A. N. M. (2015). The Effect of Using Brainstorming Strategy in Developing Creative Problem Solving Skills among Male Students in Kuwait: A Field Study on Saud Al-Kharji School in Kuwait City. *Journal of Education and Practice*, 6(3), 136-145.
- Anna Vintere , (2018). A Constructivist Approach to the Teaching of Mathematics to Boost Competences Needed for Sustainable Development. *Rural Sustainability Research*. 39(334).
- Brainstorming. Eastern Washington University. (2022). <https://www.research.ewu.edu>.
- Bermejo, V., Ester, P., & Morales, I. (2021). A constructivist intervention program for the improvement of mathematical performance based on empiric developmental results (PEIM). *Frontiers in psychology*, 11, 582805.
- Gravemeijer, K. (2020). A socio-constructivist elaboration of realistic mathematics Education. *National reflections on the Netherlands didactics of mathematics: Teaching and learning in the context of realistic mathematics education*, 217-233.
- Hidayanti, W. I., Rochintaniawati, D., & Agustin, R. R. (2018). The Effect of Brainstorming on Students' Creative Thinking Skill in Learning Nutrition. *Journal of Science Learning*, 1(2), 44-48.
- Triansa, E. A., Zendrato, J., & Appulembang, O. D. (2016). The effect of brainstorming implementation on students' engagement in learning about probability in math classes in grade XI IPA at SMA ABC Cikarang. *Polyglot : Jurnal Ilmiah*, 12(1), 20-30.