

ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและความพึงพอใจ ในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบ
ของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

The Effects of Instruction Based on the Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)
Approach on Learning Achievement and Satisfaction in Mathematics on the
Topic of Factoring Quadratic Polynomials among Grade 8 Students

วันที่รับบทความ: 28 ธ.ค. 68

วันที่แก้ไขบทความ: 22 เม.ย. 69

วันที่ตอบรับ: 30 เม.ย. 69

สุริยัน เขตบรรจง¹

Suriyun Khatbanjong¹

ยาชา มะหะมาน^{2*}

Yasa Mahamam^{2*}

ปาวริศา สมาฤกษ์³

Pawarisa Samalerk³

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีการสอนตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีการสอนตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ระหว่างก่อนและหลังเรียน 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/10 โรงเรียนสารวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 จำนวน 40 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 10 แผน แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจต่อการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการทดสอบแบบ Dependent t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพ 78.84/77.57 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

¹อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

¹Lecturer, Mathematics, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Ramkhamhaeng.

^{2*}อาจารย์ประจำสาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง *ผู้ประพันธ์บรรณกิจ

^{2*}Lecturer, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Ramkhamhaeng. * Corresponding author

³ครู โรงเรียนสารวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 2

³Teacher at Sarawittaya School under The Secondary Educational Service Area Office Bangkok 2.

ที่ระดับ .05 โดยมีผลการทดสอบค่าสถิติทีแบบอิสระเท่ากับ ($t=15.17$) และ 3) ความพึงพอใจโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{X} = 4.88$, $SD = 0.41$) แปลความได้ว่าอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: แนวคิดรูปธรรม-ภาพ-นามธรรม (CPA) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ การแยกตัวประกอบพหุนาม

Abstract

This study aimed to: develop mathematics learning activity plans on the topic of factoring quadratic polynomials for Grade 8 students using the Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) approach to achieve an efficiency criterion of 75/75; compare the mathematics learning achievement of Grade 8 students on the topic of factoring quadratic polynomials before and after instruction using the CPA approach; and investigate students' satisfaction toward mathematics learning activities organized through the CPA approach. The sample group consisted of 40 Grade 8/10 students from Sarawittaya School under the Secondary Educational Service Area Office Bangkok 2, selected by cluster random sampling. The research instruments included 10 mathematics learning activity plans, a 20-item multiple-choice achievement test with four options, and a 10-item satisfaction questionnaire on the developed learning activities. The statistics used for data analysis were mean ($\bar{X}$), standard deviation (SD), and dependent t-test. The results of the study revealed that: the efficiency of the developed mathematics learning activity plans was 78.84/77.57, which exceeded the specified criterion; the post-test learning achievement was significantly higher than the pre-test at the .05 level ($t = 15.17$); and the overall students' satisfaction was at the highest level ($\bar{X} = 4.88$, $SD = 0.41$).

Keywords: Concepts Concrete-Pictorial-Abstract (CPA), Academic Achievement, Factoring Second Degree Polynomials

บทนำ

ในยุคศตวรรษที่ 21 การเรียนรู้คณิตศาสตร์ถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาศักยภาพของมนุษย์ ทั้งในด้านการคิดอย่างมีเหตุผล การคิดเชิงวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการตัดสินใจอย่างเป็นระบบ ซึ่งทักษะเหล่านี้เป็นทักษะจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมโลกยุคใหม่ที่เต็มไปด้วยข้อมูลข่าวสาร ความเปลี่ยนแปลง และความซับซ้อนทางเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยี คณิตศาสตร์จึงมิใช่เพียงศาสตร์สำหรับการคำนวณหรือการแก้โจทย์ แต่ยังเป็นรากฐานของการสร้างความคิดระดับสูงและเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและจัดการกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (นพนัฐ ผลทวี และไหมไทย ไชยพันธ์, 2567) จากแนวทางการจัดการศึกษาของประเทศไทยตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้กำหนดให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งเน้นที่การพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น การให้เหตุผล การสื่อสาร การเชื่อมโยง การแก้ปัญหา และการคิดอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งล้วนมีพื้นฐานมาจาก "มโนคติทางคณิตศาสตร์" (Mathematical Concept) ที่ถูกต้องและลึกซึ้ง อย่างไรก็ตาม พบว่านักเรียนไทยจำนวนมากยังมีมโนคติที่

คลาดเคลื่อน ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ (สุภาภรณ์ พรหมากาส และสิรินภา กิจเกื้อกูล, 2564)

การพัฒนาโมเดลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนจึงเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เรียนจะต้องได้รับโอกาสในการสังเกต ทดลอง ลงมือปฏิบัติ และสะท้อนความเข้าใจจากประสบการณ์จริง เพื่อสร้างความเข้าใจอย่างเป็นระบบ การสอนแบบ CPA (Concrete–Pictorial–Abstract) ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจการแยกตัวประกอบพหุนาม ตรรกีสองอย่างเป็นลำดับจากรูปธรรมสู่นามธรรม โดยเริ่มจากการใช้สื่อจริง เช่น แผ่นตัวแทน (Concrete) เพื่อมองเห็นโครงสร้างของพหุนาม ต่อด้วยการใช้ภาพหรือแผนภาพ (Pictorial) เพื่อเชื่อมโยงความคิด และพัฒนาไปสู่การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ (Abstract) ได้อย่างถูกต้อง วิธีนี้ช่วยลดการท่องจำสูตร เพิ่มความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ และส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน อีกทั้งยังรองรับความแตกต่างระหว่างบุคคล และทำให้การเรียนรู้มีความหมาย และยั่งยืนมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นแนวคิดหนึ่งที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในการเสริมสร้างโมเดลที่ถูกต้องคือ แนวคิด Concrete–Pictorial–Abstract (CPA) ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นโดยกระทรวงศึกษาธิการประเทศสิงคโปร์ (Ministry of Education Republic of Singapore, 2013) และสอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ของ Bruner (1960) ที่ชี้ว่าการเรียนรู้ควรเริ่มจากประสบการณ์ตรง แล้วค่อยเชื่อมโยงสู่ความเข้าใจในเชิงสัญลักษณ์ (Leong, Cheng, & Ho, 2017) แนวคิด CPA จัดลำดับการเรียนรู้ของผู้เรียนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม โดยเริ่มจากการใช้วัสดุหรือวัตถุจริงที่จับต้องได้ (Concrete) เพื่อให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรง ต่อด้วยการใช้ภาพ แผนภาพ หรือสื่อภาพแทน (Pictorial) เพื่อแสดงความเข้าใจในเชิงภาพ และสุดท้ายคือการแสดงความเข้าใจผ่านสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ เช่น ตัวเลข สมการ หรือสูตร (Abstract) วิธีการเรียนรู้ในลักษณะนี้ช่วยลดช่องว่างระหว่างประสบการณ์จริงกับแนวคิดนามธรรม ซึ่งเป็นอุปสรรคหลักในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ระดับต้นถึงปานกลาง (Putri et al., 2020)

อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยเห็นว่าการมุ่งเน้นเฉพาะวิธีการสอนเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอ หากขาดกระบวนการสรุปผลการเรียนรู้และการให้ข้อเสนอแนะที่ถูกต้องเพื่อสนับสนุนการนำองค์ความรู้ไปใช้ในเนื้อหาถัดไป ดังนั้น ครูและนักเรียนควรมีส่วนร่วมในการสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนมาอย่างเป็นระบบ เพื่อส่งเสริมการทบทวนความจำ และพัฒนาโมเดลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ในกระบวนการดังกล่าว ครูมีบทบาทสำคัญในการกำกับ ตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะ หากพบว่านักเรียนมีการสรุปที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ครูสามารถวิเคราะห์สาเหตุของความคลาดเคลื่อนและให้คำแนะนำที่เหมาะสม ซึ่งไม่เพียงช่วยแก้ไขความเข้าใจของนักเรียนรายบุคคล แต่ยังเอื้อต่อการเสริมสร้างความเข้าใจเชิงลึกให้กับผู้เรียนโดยรวม ทั้งนี้ กระบวนการดังกล่าวจะส่งผลให้นักเรียนสามารถนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้เนื้อหาอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน จากการศึกษาสภาพปัญหาของโรงเรียนสารวิทยาซึ่งพบว่าการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนามตรรกีสองยังไม่มียกเรียนบางส่วนที่ยังขาดความเข้าใจในเรื่องดังกล่าว ส่งผลให้ยังมีนักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ตามที่โรงเรียนได้กำหนดไว้

จากการศึกษาวิจัยในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete–Pictorial–Abstract (CPA) มีผลเชิงบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Putri, Rahayu, & Muqodas (2020) แสดงให้เห็นว่า การใช้แนวคิด CPA ช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้

งานวิจัยของ Yuliyanto, Hidayati, & Syafitri (2024) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบดั้งเดิม โดยเฉพาะในกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับต้นถึงปานกลาง อีกทั้ง งานวิจัยของ Iyamuremye & Burns (2024) ซึ่งศึกษา นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในประเทศวันดา พบว่า การใช้แนวคิด CPA ช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ

นอกจากนี้ งานวิจัยหลากหลายฉบับยังสนับสนุนว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ไม่เพียงช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น แต่ยังส่งเสริมให้สามารถประยุกต์ความรู้ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในกลุ่มผู้เรียนที่มีพื้นฐานคณิตศาสตร์ระดับต้นถึงปานกลาง เช่น Agustín (2023) พบว่า กลุ่มผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิด CPA มีผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ในทำนองเดียวกัน Sello, L., Maphutha, K., & Mutodi (2024) ระบุว่า แนวคิด CPA มีส่วนสำคัญในการเสริมสร้างความเข้าใจเชิงแนวคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับเศษส่วน ซึ่งเป็นหัวข้อที่นักเรียนมักมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ขณะที่การศึกษาของ Lutfi & Dasari (2024) ซึ่งเป็นการทบทวนงานวิจัยอย่างเป็นระบบ พบว่า แนวคิด CPA ได้รับความนิยมน้อยแพร่หลายในฐานะเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเข้าใจเชิงแนวคิด และทัศนคติเชิงบวกของผู้เรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

ในบริบทของเนื้อหา "การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง" ซึ่งเป็นหัวข้อสำคัญในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้เรียนจำนวนมากมักพบว่าเป็นเนื้อหาที่ยาก เนื่องจากต้องอาศัยทักษะพีชคณิตพื้นฐาน การคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์รูปแบบ และการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ หากผู้เรียนไม่มีความเข้าใจที่ชัดเจนในมโนคติพื้นฐาน เช่น การคูณ การแจกแจง หรือสมบัติเฉพาะของจำนวน การเรียนรู้เรื่องนี้จะกลายเป็นเรื่องที่ทำท้ออย่างยิ่ง ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA จึงมีศักยภาพในการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยการให้ผู้เรียนเริ่มจากการใช้วัตถุหรือสื่อรูปธรรมเพื่อแสดงโครงสร้างของพหุนาม เช่น การใช้บล็อกตัวต่อหรือกระดาษแผ่นพับเพื่อจำลองกระบวนการแยกตัวประกอบ จากนั้นจึงให้ผู้เรียนวาดภาพหรือใช้แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์และตัวประกอบของพหุนาม และจึงค่อยเชื่อมโยงไปสู่การเขียนเป็นสมการในรูปแบบนามธรรมในขั้น Abstract การศึกษาของ Moore (2020) พบว่า การใช้กลยุทธ์ CRA-I ซึ่งเป็นแนวคิดที่คล้ายกับ CPA ช่วยให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้สามารถพัฒนาความเข้าใจเชิงแนวคิดและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น โดยเฉพาะในการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง นอกจากนี้ Dorado และ Torres (2019) ยังแสดงให้เห็นว่า การใช้วัสดุรูปธรรม เช่น "กล่องพหุนาม" ช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองได้ดีขึ้น โดยการเชื่อมโยงระหว่างการจัดการกับวัตถุจริงและการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในระดับประถมศึกษา งานวิจัยของ Putri et al. (2020) พบว่า การใช้แนวคิด CPA ช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองในระดับมัธยมศึกษาต่อไป

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นลำดับขั้นของการพัฒนาความเข้าใจ ตั้งแต่รูปธรรม ภาพแทนจนถึงนามธรรม โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาแนวคิด CPA ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นกระบวนการสะท้อนผลการเรียนรู้และสรุปสาระสำคัญ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจที่ลึกซึ้งและยั่งยืน ผู้วิจัยได้นำแนวคิด CPA

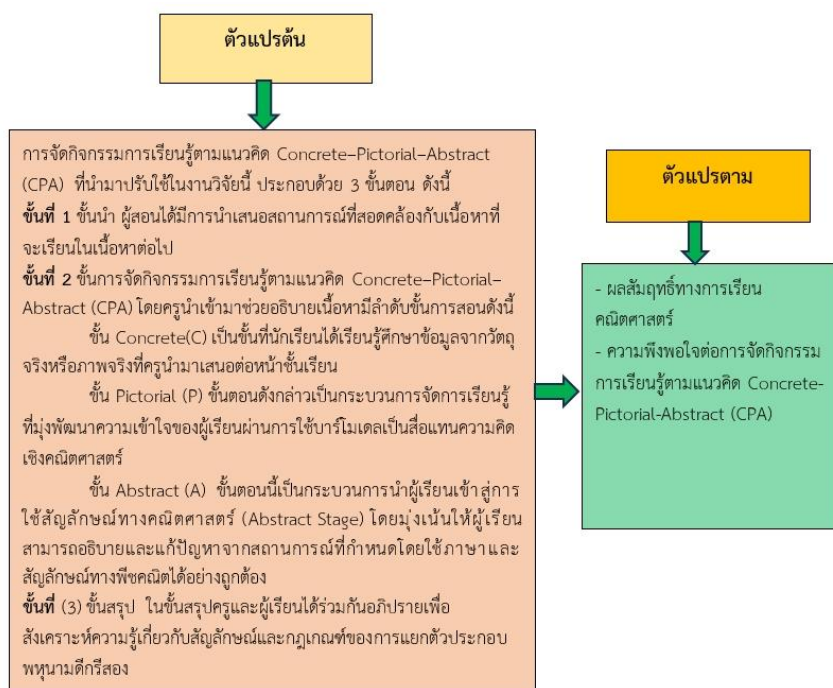
ที่ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ รูปธรรม ภาพแทน และนามธรรม มาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในบทเรียนเรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความซับซ้อนและเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้ พหุคณิตขั้นสูง โดยมุ่งหวังให้แนวทางดังกล่าวเป็นเครื่องมือในการพัฒนาความเข้าใจ การคิดวิเคราะห์ และการสร้าง เจตคติเชิงบวกต่อคณิตศาสตร์ของผู้เรียน การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA รวมถึงศึกษาความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าว ทั้งนี้ กรอบแนวคิดการวิจัยที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้แสดงไว้ในภาพที่ 1

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีการสอนตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)

กรอบแนวคิด

ผู้วิจัยได้ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) (Bruner, 1960)



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณและคุณภาพเป็นรูปแบบการวิจัยเชิงทดลองในชั้นเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

การกำหนดประชากรและตัวอย่างในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสารวิทยาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ที่เรียนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/10 โรงเรียนสารวิทยา

สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 40 คน ที่เรียนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ศึกษาและวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ คุณภาพผู้เรียน และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีการสอนตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยกำหนดเนื้อหาจุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนข้อสอบที่ต้องการวัด ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือมีดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เป็นกรอบแนวทางในการจัดการเรียนรู้ โดยเริ่มจากการศึกษาวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับพัฒนาการของผู้เรียน

จากนั้นผู้วิจัยได้ออกแบบและจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวนทั้งสิ้น 10 แผน ครอบคลุมเนื้อหาของบทเรียน โดยกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนยึดตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

ขั้นที่ 1 ชี้แนะ ผู้สอนได้มีการนำเสนอสถานการณ์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่จะเรียนในเนื้อหาต่อไป โดยครูให้นักเรียนตอบคำถามตามตัวอย่างสถานการณ์ที่ครูยกขึ้นมาแล้วให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนช่วยกันหาคำตอบ หลังจากนั้นครูนำนักเรียนเข้าสู่กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) มาช่วยในการจัดการเรียนการสอนโดยเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ของนักเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) โดยครูนำเข้ามาช่วยอธิบายเนื้อหาที่มีลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้น Concrete(C) เป็นขั้นที่นักเรียนได้เรียนรู้ศึกษาข้อมูลจากวัตถุจริงหรือภาพจริงที่ครูนำมาเสนอต่อหน้าชั้นเรียน ซึ่งเป็นบาร์โมเดลที่มี 3 ขนาด โดยครูถามนักเรียนว่าถ้าครูกำหนดความยาวของแต่ละด้านนักเรียนสามารถหาพื้นที่ได้หรือไม่ ซึ่งนักเรียนสามารถตอบคำถามนี้ได้ทำให้ครูมั่นใจได้ว่าจะสอนต่อไป ซึ่งนักเรียนก็จะได้เห็นแต่ละส่วนของบาร์โมเดล ซึ่งในแต่ละส่วนก็จะมีพื้นที่ไม่เท่ากัน แล้วครูอธิบายถึงความสัมพันธ์กับตัวแปรและสัมประสิทธิ์เพื่อให้นักเรียนเข้าใจ เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนขั้นต่อไป

ขั้น Pictorial (P) ขั้นตอนนี้กล่าวเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการใช้บาร์โมเดลเป็นสื่อแทนความคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยครูเริ่มจากการนำเสนอบาร์โมเดลหน้าชั้นเรียน พร้อมกำหนดความยาวของแต่ละด้านอย่างชัดเจน จากนั้นให้นักเรียนพิจารณาและคำนวณพื้นที่ของแต่ละส่วน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความยาวด้านและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ขั้น Abstract (A) ขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการนำผู้เรียนเข้าสู่การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ (Abstract Stage) โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถอธิบายและแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางพีชคณิตได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป ในขั้นสรุปครูและผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายเพื่อสังเคราะห์ความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์และกฎเกณฑ์ของการแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสอง โดยครูได้นำเสนอ “บาร์โมเดล” อีกครั้งหน้าชั้นเรียน เพื่อเชื่อมโยงกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA (Concrete-Pictorial-Abstract) อย่างเป็นระบบ ดังนี้ ในขั้นรูปธรรม (Concrete: C) การจัดการเรียนรู้เริ่มจากการใช้สื่อที่สามารถจับต้องได้ เช่น บาร์โมเดล (แผ่นสี่เหลี่ยม) บล็อกตัวเลข หรือสื่อกระดาษตัดแปะ เพื่อให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนมองเห็นว่าพหุนามในรูป ax^2+bx+c สามารถแสดงเป็นพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้

หลังจากเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำเสนอแผนดังกล่าวต่อครูผู้สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อขอคำแนะนำในการปรับปรุงเบื้องต้น จากนั้นได้นำแผนที่ปรับปรุงแล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ ด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล ทำการตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ความสอดคล้อง และความเป็นไปได้ของแผนกิจกรรม โดยเฉพาะในด้านจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม และการประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม พร้อมทั้งให้คะแนนประเมินความเหมาะสมของแผนในแต่ละด้าน หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ซึ่งค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 ซึ่งผู้วิจัยได้นำผลการประเมินและข้อเสนอแนะดังกล่าวมาปรับปรุงแผนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จากนั้นผู้วิจัยได้นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุง ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างของการวิจัย โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ 1) การทดลองเดี่ยว (Individual Try-out) กับนักเรียนจำนวน 3 คน โดยคัดเลือกจากระดับความสามารถที่แตกต่างกัน ได้แก่ นักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน เพื่อประเมินประสิทธิภาพเบื้องต้นของแผนตามเกณฑ์ 60/60 และตรวจสอบข้อบกพร่องเกี่ยวกับเวลา สื่อเนื้อหา และกิจกรรม 2) การทดลองกลุ่มย่อย (Small Group Try-out) กับนักเรียนจำนวน 9 คน ซึ่งแบ่งเป็นนักเรียนเก่ง 3 คน ปานกลาง 3 คน และอ่อน 3 คน เพื่อประเมินประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 65/65 และปรับปรุงเพิ่มเติมในส่วนที่ยัง

ไม่เหมาะสม และ 3) การทดลองภาคสนาม (Field Try-out) กับนักเรียนจำนวน 35 คน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแผนตามเกณฑ์ 70/70 โดยใช้ค่าประสิทธิภาพ E1/E2 ซึ่ง E1 หมายถึงผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน และ E2 หมายถึงผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในบทเรียน

2. ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหาตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทเรียนเรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง หลังจากจัดทำแบบทดสอบเบื้องต้นแล้ว ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบดังกล่าวเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ ด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความสอดคล้อง และความครบถ้วนของข้อสอบในแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ซึ่งค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ในระดับดี สามารถนำไปใช้ในการทดลองใช้ได้ จากนั้น ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังกล่าวไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองแล้ว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบในด้านค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index) รายข้อ จากผลการวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพจำนวน 20 ข้อ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจริง แบบทดสอบที่ได้รับการคัดเลือกและปรับปรุงนี้มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วงระหว่าง 0.26 ถึง 0.78 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วงระหว่าง 0.25 ถึง 0.94 และมีค่าความเชื่อมั่น (Reliability Coefficient) เท่ากับ 0.88 ซึ่งอยู่ในระดับสูง สะท้อนว่าแบบทดสอบมีคุณภาพ เหมาะสมสำหรับใช้เป็นเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในงานวิจัยครั้งนี้

3. ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการสร้างแบบสอบถามวัดความพึงพอใจจากตำราและเอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้องตลอดจนบททบทวนงานวิจัยที่ผ่านมา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง โดยใช้วิธีการสอนตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยแบบสอบถามที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบประมาณค่า (Rating Scale) จำนวน 5 ระดับ ได้แก่ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด รวมจำนวนทั้งสิ้น 10 ข้อ โดยข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความสนใจ ความเข้าใจ การมีส่วนร่วม และการรับรู้ประโยชน์จากการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ในบทเรียนที่เกี่ยวข้อง ภายหลังการจัดทำแบบสอบถามฉบับร่าง ผู้วิจัยได้นำเสนอแบบสอบถามดังกล่าวต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ ด้านหลักสูตรและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล เพื่อทำการตรวจสอบความเหมาะสม ความสอดคล้องของเนื้อหา และความครอบคลุมของข้อคำถามกับจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) จากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามไปปรับปรุงแก้ไขในด้านถ้อยคำ การจัดเรียงลำดับข้อคำถาม และความชัดเจนของเนื้อหา ก่อนนำมา

วิเคราะห์หาค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (Index of Item–Objective Congruence: IOC) ซึ่งค่าที่ได้อยู่ในช่วงระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 แสดงว่าแบบสอบถามมีความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ในระดับเหมาะสม นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้ตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ซึ่งพบว่าค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.876 อยู่ในระดับสูง สามารถใช้เป็นเครื่องมือที่เชื่อถือได้ในการวัดความพึงพอใจของนักเรียน ภายหลังจากการตรวจสอบความเหมาะสมและคุณภาพของแบบสอบถามเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง จากนั้นจึงนำแบบสอบถามที่ผ่านการปรับปรุงสมบูรณ์ไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนของการวิจัย

การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือจากโรงเรียนสารวิทยา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 ซึ่งเป็นสถานศึกษาที่ใช้เป็นแหล่งข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยใช้วิธีการสอนตามแนวคิด Concrete–Pictorial–Abstract (CPA) ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยดำเนินการสอนตามแผนกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องจนครบตามจำนวนแผนที่กำหนด ภายหลังจากการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ครบถ้วนตามแผน ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือแล้ว เพื่อประเมินความรู้และความเข้าใจของนักเรียนภายหลังการเรียนการสอน นอกจากนี้ ยังได้ใช้แบบสอบถามวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบความคิดเห็นและระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกระบวนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete–Pictorial–Abstract (CPA) ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบและแบบสอบถามดังกล่าวเป็นข้อมูลหลักที่ผู้วิจัยนำไปวิเคราะห์ผลการวิจัยต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete–Pictorial–Abstract (CPA) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาเปรียบเทียบผลระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) รวมถึงใช้สถิติทดสอบค่าทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent t-test) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียน นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้แนวคิด Concrete–Pictorial–Abstract (CPA) ซึ่งแบบสอบถามมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เพื่อประเมินระดับความคิดเห็นของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ ผลจากแบบสอบถามจะถูกนำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เช่นเดียวกัน พร้อมทั้งพิจารณารายการที่นักเรียนให้คะแนนความพึงพอใจในระดับมากที่สุดและน้อยที่สุด เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายผลการวิจัยในลำดับต่อไป

ผลการวิจัย

ผลการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. ผลการหาประสิทธิภาพของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีการสอนตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) พบว่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์มีค่าเป็น 78.84/77.57 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ดังแสดงผลในตาราง 1

ตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
แบบฝึกหัดและแบบทดสอบย่อยระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้	40	60	47.30	78.84
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียน	40	20	15.51	77.57
$E_1/E_2 = 78.84/77.57$				

และผู้วิจัยได้นำเสนอการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนนำมาทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ดังแสดงผลในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนนำมาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้	E_1	E_2	E_1/E_2
การหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว 60/60 (n = 3)	62.51	61.40	62.51/61.40
การหาประสิทธิภาพแบบกลุ่ม 65/65 (n = 9)	68.82	65.12	68.82/65.12
การหาประสิทธิภาพแบบสนาม 70/70 (n = 35)	72.85	71.59	72.85/71.59

2. คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 9.15 คะแนน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 15.51 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและก่อนเรียน โดยใช้สถิติทดสอบแบบ dependent t-test พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน มีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงผลในตาราง 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน

กลุ่มทดลอง	n	$\bar{X}$	SD	t	df	sig.
ก่อนเรียน	40	9.15	0.15	15.17*	39	0.00
หลังเรียน	40	15.51	0.02			

หมายเหตุ: * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์ เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ความพึงพอใจโดยภาพรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{X} = 4.88$, $SD = 0.41$) แปลความได้ว่าอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยอภิปรายผล จากการค้นพบในการวิจัย ดังนี้

1. ผลการวิจัยพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) มีประสิทธิภาพ 78.84/77.57 ซึ่งเกินเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ โดยสะท้อนว่ากระบวนการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในเชิงผลลัพธ์และกระบวนการเรียนรู้ ผลลัพธ์ดังกล่าวอาจเนื่องมาจากลักษณะของกิจกรรมที่มีการจัดลำดับความเข้าใจอย่างเป็นระบบ ผ่านการสัมผัสจริง การมองเห็น และการตีความด้วยสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในโครงสร้างของพหุนามได้อย่างเป็นรูปธรรมก่อนเชื่อมโยงสู่ความคิดนามธรรม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 บ่งชี้ว่ากระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สามารถเปลี่ยนระดับความเข้าใจของผู้เรียนได้จริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเนื้อหาที่ซับซ้อน เช่น การแยกตัวประกอบของพหุนาม ซึ่งต้องอาศัยความเข้าใจในโครงสร้างนิพจน์ทางคณิตศาสตร์และการมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวประกอบอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับ Moore (2020) ที่รายงานว่าผู้เรียนที่ใช้กลยุทธ์ CRA-I ซึ่งมีโครงสร้างคล้าย CPA สามารถจัดระบบการแก้โจทย์พีชคณิตได้ดีขึ้น แม้ในกลุ่มที่มีปัญหาด้านการเรียนรู้ ลักษณะการเรียนรู้แบบ CPA ซึ่งนักเรียนสามารถ “มองเห็น” โครงสร้างเชิงคณิตศาสตร์จากวัสดุจริง หรือภาพแทน ก่อนแปลงเป็นสมการหรือสูตร ทำให้นักเรียนไม่เพียงแต่จดจำขั้นตอนเท่านั้น แต่ยังเข้าใจ “เหตุผล” เบื้องหลังการแยกตัวประกอบได้อย่างชัดเจน ความเข้าใจในลักษณะนี้สอดคล้องกับแนวโน้มการเรียนรู้ในเชิงโครงสร้างความคิด

ซึ่ง Agustín (2023) พบว่า ช่วยให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ได้ดีกว่าการเรียนรู้แบบท่องจำ นอกจากนี้ กระบวนการที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและทำงานร่วมกัน ยังมีส่วนส่งเสริมเจตคติเชิงบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์ และช่วยลดความวิตกกังวลในการเรียนหัวข้อที่นักเรียนมักมองว่ายากอย่างพหุนาม ซึ่ง Sello, Maphutha, & Mutodi (2024) ชี้ว่า การใช้ CPA ในหัวข้อที่นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน เช่น เศษส่วน ช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดอย่างลึกซึ้งและมีความมั่นใจมากขึ้นในกระบวนการเรียนรู้ ที่สำคัญ ความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนในงานวิจัยนี้ยังสะท้อนถึงประสิทธิภาพของแนวทางการจัดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้น โดยอิงหลักการเรียนรู้เชิงโครงสร้างที่สอดคล้องกับแนวคิดของ Bruner และกระทรวงศึกษาธิการสิงคโปร์ ซึ่งได้รับการสนับสนุนในระดับสากล โดยเฉพาะในกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถหลากหลาย (Yuliyanto, Hidayati, & Syafitri, 2024) เมื่อพิจารณาเกี่ยวกับการออกแบบกิจกรรมที่ยืดหยุ่นเป็นศูนย์กลาง และมีการสลับบทบาทระหว่างครูกับนักเรียนอย่างเหมาะสม (ตามแนวทางของ สสวท., 2551) ส่งผลให้นักเรียนได้มีโอกาสคิด วิเคราะห์ สื่อสาร และนำเสนอความคิดของตนในแต่ละขั้นตอนของ CPA อย่างมีความหมาย

2. ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete–Pictorial–Abstract (CPA) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอยู่ที่ 9.15 คะแนน และหลังเรียนเพิ่มขึ้นเป็น 15.51 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนได้อย่างชัดเจน ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์เพิ่มขึ้น อาจมาจากการออกแบบกิจกรรมที่มีลำดับขั้นอย่างเป็นระบบ โดยใช้แนวคิด Concrete–Pictorial–Abstract (CPA) ซึ่งในแต่ละขั้นตอนผู้วิจัยได้มีการออกแบบกระบวนการสอนไว้อย่างชัดเจน โดยมีกระบวนการสอนแต่ละขั้นดังนี้

(1) ขั้นนำ ผู้สอนได้มีการนำเสนอสถานการณ์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่จะเรียนในเนื้อหาต่อไป โดยครูให้นักเรียนตอบคำถามตามตัวอย่างสถานการณ์ที่ครูยกขึ้นมาแล้วให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนช่วยกันหาคำตอบ หลังจากนั้นครูนำนักเรียนเข้าสู่กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete–Pictorial–Abstract (CPA) มาช่วยในการจัดการเรียนการสอนโดยเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ของนักเรียน

(2) ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete–Pictorial–Abstract (CPA) โดยครูนำเข้ามาช่วยอธิบายเนื้อหาที่มีลำดับขั้นการสอนดังนี้

ขั้น Concrete (C) เป็นขั้นที่นักเรียนได้เรียนรู้ศึกษาข้อมูลจากวัตถุจริงหรือภาพจริงที่ครูนำมาเสนอต่อหน้าชั้นเรียน ซึ่งเป็นบาร์โมเดลที่มี 3 ขนาด โดยครูถามนักเรียนว่าถ้าครูกำหนดความยาวของแต่ละด้าน นักเรียนสามารถหาพื้นที่ได้หรือไม่ ซึ่งนักเรียนสามารถตอบคำถามนี้ได้ทำให้ครูมั่นใจได้ว่าจะสอนต่อไป ซึ่งนักเรียนก็จะได้เห็นแต่ละส่วนของบาร์โมเดล ซึ่งในแต่ละส่วนก็จะมีพื้นที่ไม่เท่ากัน แล้วครูอธิบายถึงความสัมพันธ์กับตัวแปรและสัมประสิทธิ์เพื่อให้นักเรียนเข้าใจ เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนขั้นต่อไป

ขั้น Pictorial (P) ขั้นตอนนี้กล่าวว่าเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการใช้บาร์โมเดลเป็นสื่อแทนความคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยครูเริ่มจากการนำเสนอบาร์โมเดลหน้าชั้นเรียน พร้อมกำหนดความยาวของแต่ละด้านอย่างชัดเจน จากนั้นให้นักเรียนพิจารณาและคำนวณพื้นที่ของแต่ละส่วน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความยาวด้านและพื้นที่ของรูป

สี่เหลี่ยมผืนผ้า จนนำไปสู่การสรุปเป็นนิพจน์แสดงพื้นที่ในรูปพหุนามภายหลังจากที่นักเรียนสามารถหาพื้นที่ของแต่ละส่วนได้แล้ว ครูได้ใช้คำถามกระตุ้นการคิด โดยนำบาร์โมเดลมาเรียงให้สอดคล้องกับรูปของพหุนามดีกรีสอง และเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองดังกล่าวกับการเขียนสัญลักษณ์ทางพีชคณิต ทั้งนี้ นักเรียนบางส่วนสามารถเชื่อมโยงและเขียนพหุนามในรูปสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง ขณะที่นักเรียนบางส่วนยังประสบปัญหาในการถ่ายทอดความเข้าใจไปสู่รูปสัญลักษณ์ ในระหว่างการจัดกิจกรรม ครูได้ดำเนินบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) โดยเดินตรวจสอบการทำงานของนักเรียนเป็นรายบุคคล พร้อมทั้งให้คำแนะนำและอธิบายเพิ่มเติมแก่นักเรียนที่ยังไม่สามารถดำเนินการได้ เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจและลดความคลาดเคลื่อนทางมโนทัศน์ กระบวนการดังกล่าวช่วยให้ครูสามารถประเมินความเข้าใจของนักเรียนได้อย่างต่อเนื่อง และเป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

ขั้น Abstract (A) ขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการนำผู้เรียนเข้าสู่การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ (Abstract Stage) โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถอธิบายและแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางพีชคณิตได้อย่างถูกต้อง ในการวิจัยครั้งนี้ ครูผู้สอนได้ออกแบบโจทย์ตัวอย่างเรื่องการแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสอง โดยเรียงลำดับความยากจากระดับพื้นฐานไปสู่ระดับที่ซับซ้อนมากขึ้น เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิด การวิเคราะห์โจทย์ และการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมในการหาคำตอบอย่างเป็นลำดับขั้นภายหลังจากการนำเสนอและอภิปรายตัวอย่าง ครูได้มอบหมายแบบฝึกหัดเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและทบทวนความรู้ที่ได้รับ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างต่อเนื่องเกี่ยวกับการแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสอง ในระหว่างการจัดกิจกรรม พบว่านักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถแก้โจทย์ได้ด้วยตนเอง ครูจึงมีบทบาทในการให้ความช่วยเหลือเป็นรายบุคคล โดยการอธิบายเพิ่มเติมและชี้แนะแนวทางการคิด เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจที่ถูกต้อง ทั้งนี้ ลักษณะของกิจกรรมเป็นการทำงานรายบุคคล ส่งผลให้การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนมีข้อจำกัด ครูจึงเป็นผู้สนับสนุนหลักในการช่วยเหลือนักเรียนที่ประสบปัญหา นอกจากนี้ครูได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนโดยนักเรียนที่ได้รับความช่วยเหลือในการอธิบายจะได้รับคะแนนเพียงบางส่วน (ครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม) เพื่อสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนพยายามแก้ปัญหาด้วยตนเองก่อน อย่างไรก็ตาม นักเรียนยอมรับเงื่อนไขดังกล่าวและแสดงความพึงพอใจต่อการได้รับคำแนะนำจากครู ซึ่งส่งผลเชิงบวกต่อทัศนคติในการเรียนรู้ โดยนักเรียนมีความสนใจและมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น โดยสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในระยะนี้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจจากระดับรูปธรรมและกึ่งรูปธรรมไปสู่การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

(3) ขั้นสรุป (Conclusion Stage) ในขั้นสรุป ครูและผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายเพื่อสังเคราะห์ความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์และกฎเกณฑ์ของการแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสอง โดยครูได้นำเสนอ “บาร์โมเดล” อีกครั้งหน้าชั้นเรียน เพื่อเชื่อมโยงกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA (Concrete–Pictorial–Abstract) อย่างเป็นระบบ ดังนี้ ในขั้นรูปธรรม (Concrete: C) การจัดการเรียนรู้เริ่มจากการใช้สื่อที่สามารถจับต้องได้ เช่น บาร์โมเดล (แผ่นสี่เหลี่ยม) บล็อกตัวเลข หรือสื่อกระดาษตัดแปะ เพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมองเห็นว่าพหุนามในรูป ax^2+bx+c สามารถแสดงเป็นพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้ นักเรียนได้ทดลองจัดเรียง

ชั้นส่วนเพื่อสร้างรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งช่วยให้เกิดความเข้าใจว่าการแยกตัวประกอบคือการจัดรูปพหุนามให้อยู่ในรูปผลคูณ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเชิงรูปธรรม และลดการเรียนรู้แบบท่องจำ ในขั้นกึ่งรูปธรรม (Pictorial: P) ครูได้พัฒนาความเข้าใจของผู้เรียนจากการใช้สื่อจริงไปสู่การใช้ภาพแทน เช่น การวาดแผนภาพสี่เหลี่ยม บาร์โมเดล หรือการใช้ตาราง 2×2 เพื่อแยกพจน์กลาง โดยให้นักเรียนแทนพหุนาม ax^2+bx+c ด้วยแผนภาพ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพจน์ผ่านภาพ ตัวอย่างเช่น การพิจารณาพหุนาม x^2+5x+6 โดยใช้ตารางเพื่อค้นหาจำนวนที่มีผลคูณเป็น 6 และผลบวกเป็น 5 กระบวนการนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงจากประสบการณ์เชิงรูปธรรมไปสู่ความเข้าใจเชิงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นลำดับขั้น ในขั้นนามธรรม (Abstract: A) ผู้เรียนสามารถใช้สัญลักษณ์และวิธีการทางพีชคณิตในการแยกตัวประกอบได้อย่างเป็นระบบ โดยไม่ต้องพึ่งพาสื่อหรือภาพ เช่น การแยกพจน์กลาง หรือการใช้สูตรกำลังสองสมบูรณ์ ตัวอย่างเช่น การแยกตัวประกอบของ x^2+5x+6 ให้อยู่ในรูป $(x+2)(x+3)$ แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้เชิงนามธรรมได้อย่างถูกต้อง

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความเข้าใจจากรูปธรรมไปสู่ความคิดเชิงนามธรรมอย่างเป็นระบบ ทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เข้าใจความหมายของการแยกตัวประกอบอย่างลึกซึ้ง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากขั้นรูปธรรมให้นักเรียนได้สัมผัสหรือจัดการกับวัตถุจริง ก่อนเข้าสู่การวาดภาพหรือแผนภาพแทนความคิด และลงท้ายด้วยการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในเชิงนามธรรม โครงสร้างเชิงขั้นตอนนี้ช่วยให้นักเรียนค่อย ๆ สร้างความเข้าใจจากประสบการณ์ตรง จนสามารถเชื่อมโยงสู่แนวคิดเชิงสัญลักษณ์ที่ซับซ้อนได้ ซึ่งเหมาะสมกับธรรมชาติของเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นกระบวนการอย่างการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับข้อค้นพบของ ณัฐวุฒิ โชติวิญญู (2564) ที่ศึกษาการใช้ชุดกิจกรรมตามแนวคิด CPA ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งยังแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ที่มีการไล่ระดับความคิดจากรูปธรรมไปสู่นามธรรมช่วยให้นักเรียนสามารถประมวลผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งและต่อเนื่อง นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับงานของ Putri et al. (2020) ที่พบว่า แนวคิด CPA มีศักยภาพในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการแก้โจทย์และการแยกตัวประกอบของพหุนาม การนำแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) มาช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทำให้ผู้วิจัยประสบผลสำเร็จในการวิจัยครั้งนี้

3. จากการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้เรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.88$, $SD = 0.41$) แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองต่อความสนใจและความต้องการของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้ที่ไล่ระดับจากรูปธรรมสู่ภาพแทนและสัญลักษณ์นามธรรม ซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาอย่างเป็นระบบ รายการที่นักเรียนแสดงความพึงพอใจในระดับสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ กิจกรรมที่ส่งเสริมการพัฒนาตนเอง

($\bar{X}$ = 4.80, SD = 0.42) รองลงมาคือ สื่อการเรียนรู้ที่ช่วยเพิ่มความสนใจในการเรียน ($\bar{X}$ = 4.89, SD = 0.47) และกิจกรรมที่มีลำดับขั้นเหมาะสมกับเนื้อหาและการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ($\bar{X}$ = 4.76, SD = 0.42) ซึ่งชี้ให้เห็นว่านักเรียนให้คุณค่ากับรูปแบบการเรียนรู้ที่มีโครงสร้าง ชัดเจน และเปิดโอกาสให้พวกเขามีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการเริ่มต้นจากสิ่งที่คุ้นเคยและจับต้องได้ ก่อนจะเข้าสู่การใช้ภาพ และพัฒนาไปสู่ความเข้าใจเชิงสัญลักษณ์ที่ซับซ้อน แม้ว่าภาพรวมของความพึงพอใจจะอยู่ในระดับสูง แต่เมื่อนำมาพิจารณารายประเด็น พบว่าประเด็นที่นักเรียนพึงพอใจน้อยที่สุด ได้แก่ ความสามารถในการทราบผลคะแนนการทดสอบย่อยทันที ($\bar{X}$ = 4.73, SD = 0.48) รองลงมาคือ ความรู้เกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่น่าสนใจในบางช่วง ($\bar{X}$ = 4.70, SD = 0.45) และความเหมาะสมของระยะเวลาในการจัดกิจกรรม ($\bar{X}$ = 4.68, SD = 0.43) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากข้อจำกัดด้านการประเมินที่ยังต้องอาศัยเวลาของผู้สอนในการตรวจ และความแตกต่างของศักยภาพผู้เรียน โดยเฉพาะกลุ่มที่มีความสามารถสูง ซึ่งอาจมองว่าขั้นรูปธรรมไม่จำเป็นสำหรับตนเอง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับข้อค้นพบของเพชรชนก จันทรหอม รัชฎา วิริยะพงศ์ และวรินทร์ สุภาพ (2562) ที่พบว่านักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับบาร์โมเดลในระดับมาก เนื่องจากการจัดกิจกรรมมีลำดับชัดเจน ครอบคลุม และมีสื่อช่วยเหลือที่เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนและมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lutfi & Dasari (2024) ซึ่งสรุปจากการทบทวนวรรณกรรมว่า แนวคิด CPA มีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้เรียน ทั้งในด้านแรงจูงใจภายใน ความมั่นใจในตนเอง และความรู้สึกมีส่วนร่วมในชั้นเรียน โดยเฉพาะเมื่อนำไปประยุกต์ใช้กับกลุ่มผู้เรียนที่มีความหลากหลายในด้านความสามารถและพื้นฐานการเรียนรู้

4. จากการอภิปรายผลการวิจัยทั้งสามประเด็นที่ผ่านมา สามารถสรุปได้ว่า การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีการสอนตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (77.87/76.20) สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ได้อย่างมีคุณภาพ ทั้งนี้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแนวคิด CPA ที่เน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงสู่ความเข้าใจเชิงนามธรรม ช่วยพัฒนาความเข้าใจของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.88, SD = 0.41) ยังเป็นเครื่องสะท้อนว่ากระบวนการเรียนรู้ที่จัดขึ้นมีความน่าสนใจ เหมาะสม และตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนอย่างรอบด้าน ความสำเร็จของการวิจัยในครั้งนี้เกิดจากการออกแบบแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้อย่างครอบคลุม ทั้งในด้านเนื้อหา วัตถุประสงค์ และลำดับการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับระดับพัฒนาการของผู้เรียน อีกทั้งยังคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และเชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับบริบทในชีวิตจริงผ่านสถานการณ์จำลองหรือปัญหาที่ผู้เรียนสามารถพบเจอได้จริงในชีวิตประจำวัน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ในการนำไปใช้ การนำแนวคิด CPA มาเป็นกรอบแนวทางในการออกแบบกิจกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะ ความเข้าใจ และเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างรอบด้าน จึงอาจกล่าวได้ว่าผลการวิจัยครั้งนี้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของแนวคิด CPA ในการส่งเสริมการเรียนรู้ในระดับมัธยมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผู้สอนควรเลือกใช้สื่อรูปธรรมที่หลากหลายและเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในขั้นรูปธรรมของแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) การเลือกใช้สื่อที่เข้าใจง่าย สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน และสามารถนำไปเชื่อมโยงกับการสร้างภาพแทนและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นลำดับขั้น จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจแนวคิดคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้งและยั่งยืน อีกทั้งยังเอื้อต่อการเรียนรู้ด้วยตนเองและการมีส่วนร่วมอย่างมีความหมายภายในชั้นเรียน

2. กิจกรรมการเรียนรู้ควรออกแบบให้เชื่อมโยงกับสถานการณ์จริง และเน้นการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ โดยผู้สอนควรจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวัน เช่น การซื้อขาย แบ่งส่วน หรือการคำนวณที่พบในสภาพแวดล้อมรอบตัว ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงจากสื่อรูปธรรมไปสู่ภาพแทนและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย รวมทั้งส่งเสริมให้เกิดทักษะการแก้ปัญหา การวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล และการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ควรส่งเสริมการประยุกต์ใช้แนวคิด CPA ในระดับสถานศึกษาอย่างเป็นระบบ โดยโรงเรียนควรสนับสนุนให้ครูออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แนวคิด CPA ทั้งในรายวิชาหลัก วิชาเสริม กิจกรรมชุมนุม หรือแผนการเรียนรู้เฉพาะกลุ่ม รวมถึงส่งเสริมให้ครูพัฒนาสื่อการเรียนรู้และนวัตกรรมการสอนที่เหมาะสม พร้อมทั้งจัดเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างครูในลักษณะชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) เพื่อยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างยั่งยืนและสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรขยายขอบเขตของเนื้อหาที่ศึกษาไปยังหัวข้อทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น เรื่องภาคตัดกรวย ฟังก์ชันกำลังสอง หรือเรขาคณิตวิเคราะห์ และดำเนินการวิจัยกับนักเรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้น เช่น ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความเข้าใจเชิงแนวคิดในกลุ่มผู้เรียนที่มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้แนวคิด CPA กับแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบอื่น เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) หรือการเรียนรู้แบบสะท้อนคิด (Reflective Learning) เพื่อพิจารณาความแตกต่างของประสิทธิภาพในด้านผลสัมฤทธิ์ เจตคติ หรือทักษะการคิดขั้นสูงของผู้เรียน

รายการอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์*, 5(1), 7-20.
- ณัฐวุฒิ โชติวิญญู (2564). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม แนวคิด Concrete-pictorial-abstract (CPA) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา คณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ณัฐวุฒิ โชติวิญญู. (2564). การใช้ชุดกิจกรรมตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เพื่อพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา*, 24(3), 122-135.
- นพณัฐ ผลทวี และ ไหมไทย ไชยพันธ์. (2567). เทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ใน ศตวรรษที่ 21. *วารสาร มจร อุบลปริทรรศน์*, 9(3), 2435-2446. สืบค้นจาก <https://ird.skru.ac.th/RMS/file/34766.pdf>
- พัชรพร เหมขลา, รสริน โจงไธสง, & พรภิรมย์ หลงทรัพย์. (2566). การพัฒนามโนคติทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 34(3), 212-225.
- พัฒนา พรหมณี, ยุพิน พิทยาวัฒนชัย, จีระศักดิ์ ทัพพา. (2563). แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจและการสร้าง แบบสอบถามความพึงพอใจในงาน. *วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย (สสอท)*, 26(1), 63-65.
- เพชรชนก จันทร์หอม, รัชฎา วิริยะพงศ์ และวรินทร์ สุภาพ. (2562). การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วย กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (C-P-A) เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติและสาม มิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 22(4), 144-158.
- เพชรชนก จันทร์หอม, รัชฎา วิริยะพงศ์, และวรินทร์ สุภาพ. (2562). การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ร่วมกับบาร์โมเดลเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ. *วารสารวิชาการครุศาสตร์ศึกษา*, 11(2), 76-88.
- วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล. (2562). การพัฒนาทักษะสร้างสรรค์นวัตกรรม. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ผู้นำ พัฒนานวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กระทรวงศึกษาธิการ. สืบค้นจาก https://drive.google.com/file/d/1F4_wAe-ZF13-WhvnEAupXNiWchvpcQKW/view
- สุภาภรณ์ พรหมภาสและสิรินภา กิจเกื้อกูล. (2563). แนวทางการจัดการเรียนรู้ : ตามวิธีการ Concrete Pictorial Abstract ร่วมกับการใช้โปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมมโนคติทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาในเขตภาคเหนือตอนล่าง. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 16(2), 171-179.
- Agustin, Y. (2023). *Cognitive structures in mathematics: The impact of visual representation on problem-solving ability*. *Journal of Mathematics Education Research*, 17(1), 45–59.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Harvard University Press.
- Bruner, Jerome S. (1960). *The Process of Educational*. New York.
- Iyamuremye, E., & Burns, D. (2024). Concrete-Pictorial-Abstract Instruction: Enhancing Students' Learning Motivation and Achievement in Mathematics. *SSRN Electronic Journal*.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.5036329SSRN>
- Leong, Y. H., Cheng, L. P., & Ho, W. K. (2017). Concrete–Pictorial–Abstract: Origins and future. *The Mathematics Educator*, 16(1), 1–19. Retrieved from https://math.nie.edu.sg/ame/matheduc/tme/tmeV16_1/Yew%20Hoong%20et%20al%20%28Final%29.pdf
- Lutfi, A. & Dasari, B. (2024). *A systematic review of the effectiveness of CPA approach in mathematics education*. *International Journal of Educational Research Review*, 9(2), 112–126.
- Mhaijakklang, S. (2011). Conceptual knowledge: The focus of mathematics teaching. *My Maths*, (70), 54-59.
- Ministry of Education Singapore. (2013). *Nurturing early learners curriculum volume 6*. Ministry of Education.
- Moore, A. R. (2020). *The impact of the CRA-I strategy on students with learning difficulties in algebra*. *Journal of Special Education Research*, 28(3), 90–102.
- Putri, H. E., Rahayu, P., & Muqodas, I. (2020). Influence of Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) Approach on the Enhancement of Primary School Students' Mathematical Reasoning Ability. *Mimbar Sekolah Dasar*, 7(1), 121–130. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1265106.pdf>ERIC
- Putri, H. E., Yuliyanto, A., & Rahayu, S. (2020). Influence of Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) Approach on the Enhancement of Primary School Students' Mathematical Reasoning Ability. *Mimbar Sekolah Dasar*, 7(1), 121–130. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1265106.pdf>
- Putri, R. I. I., Zulkardi, & Hartono, Y. (2020). *Designing CPA-based learning activities to improve mathematical reasoning of students*. *Journal on Mathematics Education*, 11(1), 23–36.

- Sello, L. M., Maphutha, K., & Mutodi, P. (2024). *Addressing misconceptions in fractions through CPA method: A case study in South African classrooms*. African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education, 28(1), 35–52.
- Study.com. (n.d.). *Jerome Bruner's Theory of Development: Discovery Learning and Representation*. Retrieved from <https://study.com/academy/lesson/jerome-bruners-theory-of-development-discovery-learning-representation.html>
- Yuliyanto, A., Hidayati, D. N., & Syafitri, R. (2024). *Differentiated instruction and CPA approach in inclusive classrooms: Evidence from Southeast Asia*. Asian Education Review, 18(2), 63–77.
- Yuliyanto, A., Hidayati, N., & Syafitri, Y. N. V. (2024). The Concrete-Pictorial-Abstract Approach to the Achievement of Mathematics Learning Outcomes of Elementary School Students in Terms of Early Mathematical Abilities. *Jurnal Terampil*, 10(1), 30–47.

