

Research Article

The Development of Mathematics Conceptual Through the Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) Learning Management and LEGO of the Primary 4 (Grade 4) Students

Phatcharaporn Mekkhala

M.Ed. (Curriculum Development and Instructional Innovation), Master's Student
Curriculum Development and Instructional Innovation, Faculty of Technical Education
Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Rossarin Jermtaisong*

Ph.D. (Curriculum and Instruction), Assistant Professor
Department of Education, Faculty of Technical Education
Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Pornpirom Lhongsap

Ph.D. (Curriculum and Instruction), Lecturer
Department of Education, Faculty of Technical Education
Rajamangala University of Technology Thanyaburi

*Corresponding author: Rossarin_j@rmutt.ac.th

Received: March 15, 2023/ **Revised:** September 27, 2023/ **Accepted:** October 9, 2023

Abstract

This research aimed to: 1) compare the Mathematics concept through the Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) learning management and LEGO of the Primary 4 (Grade 4) students with the criteria of 70% out of the full score, 2) compare the Mathematics concept before and after studying through the Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) learning management and LEGO, and 3) study the students' satisfaction with studying through the Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) learning management and LEGO. The research sample was 1 class of 22 Primary 4 (Grade 4) students studying at Wat Sri Chula School, selected by cluster random sampling. The research instruments consisted of 1) learning management plans of Mathematics using the Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) learning management and LEGO was IOC 0.80 - 1.00, 2) the Mathematics conceptual test was IOC 1.00, difficulty from 0.31 - 0.69 and discriminating power from 0.41 - 0.71 Reliability 0.93 and 3) a satisfaction questionnaire was IOC 0.80 - 1.00, Reliability 0.81. The data analysis statistics were mean standard deviations, one-sample t-test, and dependent samples t-test.

The research findings were as follows: 1) the Mathematics concept of the Primary 4 (Grade 4) students studying through the Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) learning management and LEGO were higher than the 70 percent criteria with statistical significance at the .05 level, 2) the Mathematics concept of the Primary 4 (Grade 4) students after studying through the Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) learning management and LEGO were higher than those before learning with statistical significance at the .05 level, and 3) students' satisfaction with studying through the Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) learning management and LEGO were at a high level.

Keywords: Mathematics Concept, Concrete-Pictorial-Abstract (CPA), LEGO

บทความวิจัย

การพัฒนาโน้ตทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

พัชรพร เมฆขลา

ศษ.ม. (การพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน), นักศึกษาปริญญาโท
สาขาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รสริน เจริมไธสง*

ค.ด. (หลักสูตรและการสอน), ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ภาควิชาการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

พรภิรมย์ หลงทรัพย์

ปร.ด. (หลักสูตรและการสอน), อาจารย์
ภาควิชาการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

*ผู้ประสานงาน: Rossarin_j@rmutt.ac.th

วันรับบทความ: 15 มีนาคม 2566/ วันแก้ไขบทความ: 27 กันยายน 2566/ วันตอบรับบทความ: 9 ตุลาคม 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract และตัวต่อเลโก้ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract และตัวต่อเลโก้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดศรีจุฬา จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 22 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract และตัวต่อเลโก้ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.80 – 1.00 2) แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.31 – 0.69 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.41 – 0.71 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93 3) แบบสอบถามความพึงพอใจ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.80 - 1.00 ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.81 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที กลุ่มประชากรกลุ่มเดียว และการทดสอบค่าที แบบไม่เป็นอิสระ

ผลการวิจัยพบว่า 1) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract และตัวต่อเลโก้ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract และตัวต่อเลโก้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract และตัวต่อเลโก้ อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ตัวต่อเลโก้

บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 (Ministry of Education, 2002, p.5) ระบุถึงแนวทางการจัดการศึกษาไว้ว่า การจัดการศึกษาจำเป็นต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ จากแนวทางดังกล่าวส่งผลให้มีการจัดทำหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ ซึ่งต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมองและพหุปัญญาการที่จะดำเนินการให้ได้ตามเป้าหมายดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ในศาสตร์สาขาต่าง ๆ ซึ่งคณิตศาสตร์ถือเป็นวิชาที่มีบทบาทที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล วางแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (Ministry of Education, 2017, p.8) อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร โดยพิจารณาได้จากการประเมินคุณภาพการศึกษาที่ผ่านมา จึงจำเป็นต้องมีการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมาย การเรียนรู้ด้วยความเข้าใจนั้นเป็นแนวคิดที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในวงการคณิตศาสตร์ศึกษา จะเห็นว่าการวิจัยเครื่องมือ และสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในการศึกษาคณิตศาสตร์มีเป้าหมายหลักคือการส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ มโนคติทางคณิตศาสตร์ (Inpinij, 2016, p.2) โดยมโนคติทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญ ความหมายที่มาหรือการขยายความ ทฤษฎี บท กฎ

สูตร บทนิยาม นิยามเป็นความคิดนามธรรมที่ทำให้ผู้เรียนสามารถจำแนกสิ่งที่มีลักษณะตามความคิดนามธรรมนั้น ๆ ได้ และสามารถระบุได้ว่าสิ่งที่กำหนดให้เป็นตัวอย่างหรือไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดนามธรรม (Makanong, 2014, p.15)

แนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนา มโนคติทางคณิตศาสตร์นั้น นักเรียนจำเป็นต้องได้รับประสบการณ์จากกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม และครูต้องสร้างมโนคติที่ถูกต้องด้วยสื่อที่เป็นรูปธรรม ให้ นักเรียนได้มีโอกาสสัมผัสจับต้องเรียนรู้ด้วยการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ (Isaraprida, 2006 as cited in Sirikampla & Poonpaiboonpipat, 2020, p.157) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาของ Piaget (Angganapattarakajorn, 2011 as cited in Sirikampla & Poonpaiboonpipat, 2020, p.157) ที่กล่าวว่า โครงสร้างความรู้จะพัฒนาอย่างต่อเนื่องตามขั้นพัฒนาการทางปัญญา ซึ่งนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ตรงกับขั้นการคิดของเด็กวัย 7-11 ปี ของ Piaget ที่อยู่ในขั้นปฏิบัติการคิดด้านรูปธรรม (Concrete Operation Stage) ซึ่งเด็กวัยนี้สามารถที่จะเข้าใจเหตุผล รู้จักการแก้ปัญหาสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ แต่ครูจะต้องพยายามเปลี่ยนสิ่งที่เป็นามธรรมในคณิตศาสตร์ให้เป็นรูปธรรมที่มองง่ายขึ้น และสามารถทำความเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว ด้วยการนำกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อที่เป็นรูปธรรมให้นักเรียนได้สัมผัสมาใช้ในการอธิบายด้วยเหตุผลทางคณิตศาสตร์และการเลือกใช้กิจกรรมให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดต่าง ๆ และทำให้เกิดมโนคติที่ถูกต้องได้ในที่สุด (Pattanatra- koolsook, 2002 as cited in Sirikampla & Poonpaiboonpipat, 2020, p.157)

การจัดการเรียนรู้แบบ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เป็นแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ทำให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความเป็นจริง โดยเริ่มเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม จากนั้นนำประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มาเขียนแสดงเป็นรูปภาพ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา (Inma, 2020, p.16) โดยกิจกรรมการเรียนรู้เริ่มจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมถ่ายทอดเป็นแผนภาพแล้วเชื่อมโยงสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ จะช่วยให้นักเรียน

เข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบจากรูปธรรมสู่นามธรรม สามารถเข้าใจและอธิบายภาพรวมและที่มาที่ไปของโจทย์ที่ซับซ้อนได้จนนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาได้ในที่สุด และสามารถพัฒนาความเข้าใจอย่างลึกซึ้งจนเกิดมโนคติทางคณิตศาสตร์แบบยั่งยืน

ในการสร้างมโนคติของนักเรียนนั้นการใช้สื่อรูปธรรม สื่อของจริง รูปภาพ ภาษาเขียน ภาษาพูด และสถานการณ์จริงจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนคติทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งตัวเลโก้เป็นสื่อรูปธรรมที่สามารถจับต้องได้ เมื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบจากรูปธรรมสู่นามธรรม สามารถเข้าใจ อธิบายภาพในการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ และอธิบายที่มาที่ไปของโจทย์ที่ซับซ้อนได้จนนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหา และสามารถพัฒนาความเข้าใจคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งจนเกิดมโนคติทางคณิตศาสตร์แบบคงทน (Lesh, 2000, p.245)

จากที่เหตุผลดังกล่าวจึงสนใจที่จะจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ เพื่อพัฒนามโนคติทางคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก การลบ เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเป็นการเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมแล้วเชื่อมโยงสู่นามธรรมทางคณิตศาสตร์ และใช้เลโก้เป็นสื่อการเรียนรู้ อันจะส่งผลให้นักเรียนพัฒนามโนคติทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และในการศึกษาระดับที่สูงขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบมโนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบมโนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้

สมมติฐานการวิจัย

1. มโนคติทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. มโนคติทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ สูงกว่าก่อนเรียน
3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ อยู่ในระดับมาก

กรอบแนวคิดการวิจัย/วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

มโนคติเป็นความเข้าใจของบุคคลในการสรุปหรือให้คำจำกัดความในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น แล้วใช้คุณลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นแยกประเภทหรือจัดระบบของสิ่งเร้าต่าง ๆ (Potanam, 2013, p.20) ทั้งนี้มโนคติทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความพร้อมทางสติปัญญา (Sanlar, 2011, p.51) เนื่องจากมโนคติทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดสำคัญ และความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเกิดมาจากความรู้ การสังเกต อันเกิดจากการได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้ (Ornbuakhao, 2013, p.16) มโนคติทางคณิตศาสตร์ มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ มโนคติ เนื้อความ และลำดับขั้นของมโนคติ (Deepanya, 2008, p.14)

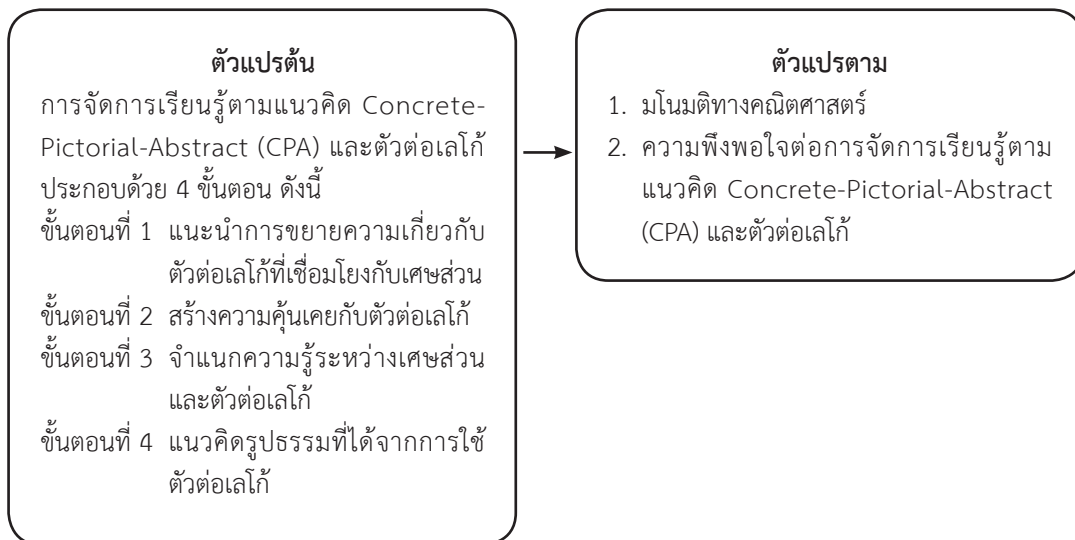
กระทรวงศึกษาธิการสิงคโปร์ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรสำหรับการพัฒนาแนวคิดคณิตศาสตร์ (Hui, Hoe & Lee, 2017 Pattanatrakoolsook, 2002 as cited in Sirikampla & Poonpaiboonpipat, 2020, p.157) โดยการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เริ่มจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมถ่ายทอดเป็นแผนภาพแล้วเชื่อมโยงสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบจากรูปธรรมสู่นามธรรม สามารถเข้าใจและอธิบายภาพรวมและที่มา

ที่ไปของโจทย์ที่ซับซ้อนได้จนนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาได้ในที่สุด และสามารถพัฒนาความเข้าใจอย่างลึกซึ้งจนเกิดมโนคติทางคณิตศาสตร์แบบยั่งยืน ทั้งนี้สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้นั้นตัวต่อเลโก้เป็นของเล่นในรูปแบบตัวต่อพลาสติกหลายสี ทำให้เด็ก ๆ มีความคิดสร้างสรรค์ เกิดการเรียนรู้ผ่านการเล่น เป็นสื่อการสอนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อย่างง่าย มีประสิทธิภาพทำให้เด็กเข้าใจถึงหลักคิดเชิงตรรกะผ่านสื่อที่พวกเขาสัมผัสได้จริงด้วยสองตาและสองมือ ทำให้สามารถเข้าใจและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างถูกต้อง และสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้

ทั้งนี้ ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ตามแนวคิดของ (Hui, Hoe, & Lee, 2017, p.18) และใช้ตัวต่อเลโก้เป็นสื่อประกอบเพื่อพัฒนามโนคติทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 แนะนำการขยายความเกี่ยวกับตัวต่อเลโก้ที่เชื่อมโยงกับเศษส่วน ขั้นตอนที่ 2 สร้างความคุ้นเคยกับตัวต่อเลโก้ ขั้นตอนที่ 3 จำแนกความรู้ระหว่างเศษส่วนและตัวต่อเลโก้ และขั้นตอนที่ 4 แนวคิดรูปธรรมที่ได้จากการใช้ตัวต่อเลโก้ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยที่จะใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ดังภาพประกอบ 1

ภาพประกอบ 1

กรอบแนวคิดในการวิจัย



นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)** หมายถึง การจัดการเรียนรู้สิ่งใหม่ ที่มีความหมายมาจากคำว่า Concrete (จับต้องได้) Pictorial (เห็นเป็นภาพ) Abstract (สัญลักษณ์) โดย Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เป็นการจัดการเรียนการสอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรมให้นักเรียนเรียนรู้จากของจริงที่จับต้องได้ และนำสิ่งของเหล่านั้นมาแปลเป็นรูปภาพ สัญลักษณ์ และสามารถเชื่อมโยงได้สอดคล้องกัน

2. **ตัวต่อเลโก้** หมายถึง สื่อการเรียนรู้ ที่มีลักษณะเป็นชิ้นพลาสติกหลายสี และลักษณะเหมือนก้อนอิฐมีขนาดต่างๆ กัน มีปุ่ม และร่องเพื่อการประกอบ โดยไม่ต้องใช้กาว ซึ่งสามารถสร้างสรรค์ต่อเป็นรูปร่างต่าง ๆ

3. **การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ร่วมกับตัวต่อเลโก้** หมายถึง การจัดการเรียนรู้จากรูปธรรม โดยใช้ตัวต่อเลโก้ที่จับต้องได้ โดยนำมาแปลเป็นรูปภาพ สัญลักษณ์ เพื่อหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1

แนะนำการขยายความเกี่ยวกับตัวต่อเลโก้ที่เชื่อมโยงกับ
เศษส่วน ขั้นตอนที่ 2 สร้างความคุ้นเคยกับตัวต่อเลโก้
ขั้นตอนที่ 3 จำแนกความรู้ระหว่างเศษส่วนและตัวต่อเลโก้
และขั้นตอนที่ 4 แนวคิดรูปธรรมที่ได้จากการใช้ตัวต่อเลโก้

4. มโนคติทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิด
ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ความเข้าใจที่ได้
ออกมาในรูปของบทนิยาม ทฤษฎีบท และสมบัติต่าง ๆ
ของวิชาคณิตศาสตร์ แล้วสามารถอธิบายความคิดหรือ
ความเข้าใจนั้นออกมาเป็นภาษาพูด หรือภาษาเขียน
หรือสัญลักษณ์ได้ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดมโนคติ
ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ
หรือไม่ชอบของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตาม

แนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อ
เลโก้ ซึ่งวัดได้จากแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นหลังการจัด
การเรียนรู้ เรื่องการบวก การลบ เศษส่วน เป็นแบบ
มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (Quasi-
Experimental Research) ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลอง
โดยใช้แบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลัง
ทดลอง (One Group Pretest – Posttest Design)
(Saiyot & Saiyot, 1995, p.249) ลักษณะของแบบแผน
การทดลอง ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1

แบบแผนการทดลอง One Group Pretest – Posttest Design

สอบก่อน T ₁	ทดลอง X	สอบหลัง T ₂
T ₁ หมายถึง การทดสอบก่อนการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้	X หมายถึง การใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้	T ₂ หมายถึง การทดสอบหลังการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้
ประชากร		
ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2565 ศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษาศรีจุฬา-ดงละคร-ดอนยอ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก จำนวน 11 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนวัดศรีจุฬา จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 22 คน โรงเรียนบ้านกำแพงเขียว จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 7 คน โรงเรียนวัดบางหยอ		
กลุ่มตัวอย่าง		
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนวัดศรีจุฬา ศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษาศรีจุฬา-ดงละคร-ดอนยอ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 22 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)		

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้

ตัวแปรตาม ได้แก่ มโนคติทางคณิตศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็นประเภทที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ หน่วยการเรียนรู้ เศษส่วน เรื่อง การบวก การลบ เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 10 ชั่วโมง ซึ่งได้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 0.80 – 1.00

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดมโนคติทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การบวก การลบ เศษส่วน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยตัวเลือกของแบบทดสอบใช้วัดมโนคติที่ถูกต้องและมโนคติที่อาจจะคลาดเคลื่อน โดยใช้วัดก่อนเรียนและหลังเรียนตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ ซึ่งได้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ เท่ากับ 1.00 ค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.31 – 0.69 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.41 – 0.71 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้ KR-20 เท่ากับ 0.93

2.2 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ เรื่อง การบวก การลบ เศษส่วน มีลักษณะข้อคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert's Rating Scale) โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ซึ่งประกอบด้วย ความพึงพอใจ ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้

ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านครูผู้สอน และด้านการวัดและประเมินผล ซึ่งได้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.75 – 1.00 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟาตามวิธีของครอนบาค (Alpha-Coefficient) (Cronbach, 1990, p.204) เท่ากับ 0.81

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ติดต่อประสานงานกับโรงเรียนที่ผู้วิจัยใช้เก็บรวบรวมข้อมูล
2. ชี้แจงเกี่ยวกับการดำเนินการให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองเข้าใจถึงรูปแบบและจุดประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้
3. ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดมโนคติทางคณิตศาสตร์
4. ผู้วิจัยดำเนินการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทำการทดลองใช้เวลาในการสอน 10 ชั่วโมง
5. ทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนคติทางคณิตศาสตร์
6. สอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (C-P-A) และตัวต่อเลโก้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์เปรียบเทียบมโนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยการทดสอบค่าที กรณีกลุ่มเดียว
2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบมโนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียน และหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ โดยและการทดสอบค่าที ชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (t-test Dependent group)
3. การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้

โดยใช้เกณฑ์และการแปลความหมายของเบสท์ (Best, 1981, p.182)

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาโมเดลทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ ของนักเรียนชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. มโนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดศรีจุฬา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของมโนคติทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ร้อยละ	($\bar{X}$)	S.D.	t	df	Sig
หลังเรียน	30	73.03	21.91	3.56	25.506*	21	0.000

*ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของมโนคติทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ เท่ากับ 21.91 คะแนน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-

Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1 ที่ตั้งไว้

2. มโนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดศรีจุฬา หลังสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบเปรียบเทียบผลมโนคติทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้

การทดสอบ	n	($\bar{X}$)	S.D.	t	df	Sig
ก่อนเรียน	22	9.82	2.46	25.506*	21	0.000
หลังเรียน	22	21.91	3.56			

*มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า ผลมโนมติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 9.82 คะแนน ($\bar{X} = 9.82$, S.D. = 2.46) และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 21.91 คะแนน ($\bar{X} = 21.91$, S.D. = 3.56) เมื่อเปรียบเทียบผลมโนมติทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ โดยการทดสอบค่าที ชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระ

ต่อกัน (t-test dependent group) พบว่า คะแนนมโนมติทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2 ที่ตั้งไว้

3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดศรีจุฬาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ อยู่ในระดับมาก ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้

รายการ	($\bar{X}$)	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้			
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวต่อเลโก้ที่เป็นรูปธรรมทำให้เข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น	4.45	0.51	มาก
การจัดการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.64	0.58	มากที่สุด
การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	4.00	0.44	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.36	0.51	มาก
ด้านบรรยากาศการเรียนรู้			
บรรยากาศในการเรียนรู้มีความสนุกสนาน	4.41	0.73	มาก
บรรยากาศทำให้มีความสุขในการเรียนรู้	4.59	0.50	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.50	0.62	มากที่สุด
ด้านสื่อการเรียนรู้			
สื่อการสอน (ตัวต่อเลโก้) มีสีสันสวยงามน่าสนใจ	4.73	0.46	มากที่สุด
สื่อการสอน (ตัวต่อเลโก้) ทำให้เห็นตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม สามารถจับต้องได้	4.50	0.60	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.62	0.53	มากที่สุด
ด้านครูผู้สอน			
ผู้สอนเอาใจใส่ในการจัดการเรียนรู้และมีความเป็นกันเอง	4.55	0.51	มากที่สุด
ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	3.95	0.72	มาก

ตาราง 4 (ต่อ)

รายการ	($\bar{X}$)	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ค่าเฉลี่ย	4.25	0.62	มาก
ด้านการวัดและประเมินผล			
ผู้สอนแจ้งคะแนนให้นักเรียนทราบทุกครั้ง	4.05	0.84	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.05	0.84	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.39	0.33	มาก

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 ($\bar{X} = 4.39$, S.D. = 0.33) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านสื่อการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.53) และด้านบรรยากาศการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย 4.50 ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.62) อยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ($\bar{X} = 4.36$, S.D. = 0.51) ด้านครูผู้สอน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.25$, S.D. = 0.62) ด้านการวัดและประเมินผล มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.05$, S.D. = 0.84) อยู่ในระดับมาก ตามลำดับซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 3 ที่ตั้งไว้

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาโมเดลทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดศรีจุฬา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ มีโมเดลทางคณิตศาสตร์ร้อยละ 73.03 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ เป็นวิธีการสอนที่ช่วยเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนสามารถมององค์ความรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์จากเป็นนามธรรมได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยใช้สื่อประกอบ ซึ่งครูเป็นผู้สนับสนุนและให้

คำแนะนำ จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น (Ministry of Education 2012 as cited in Hoong, Kin, & Pien, 2015) และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ยังทำให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความเป็นจริง โดยเริ่มเรียนรู้จากสิ่งของที่เป็นรูปธรรม จากนั้นนำประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มาเขียนแสดงเป็นรูปภาพเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา (Inma, 2020, p.16) นอกจากนี้ยังมีการนำสื่อตัวต่อเลโก้มาใช้เป็นสื่อรูปธรรม ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 แนะนำการขยายความเกี่ยวกับตัวต่อเลโก้ที่เชื่อมโยงกับเศษส่วน ครูให้คำแนะนำให้รู้จักเกี่ยวกับตัวต่อเลโก้ที่นำมาเชื่อมโยงกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ อธิบายและขยายความเกี่ยวกับตัวต่อเลโก้ ขั้นตอนที่ 2 สร้างความคุ้นเคยกับตัวต่อเลโก้ ครูยกตัวอย่างและนำเสนอตัวต่อเลโก้เพื่อเสริมสร้างความคุ้นเคยและความเข้าใจในแนวคิดคณิตศาสตร์ของนักเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจตัวอย่างเหล่านั้นซ้ำ ๆ ขั้นตอนที่ 3 จำแนกความรู้ระหว่างเศษส่วนและตัวต่อเลโก้ ครูให้คำแนะนำ ตั้งคำถาม หรือกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบ เชื่อมโยง เกี่ยวกับตัวต่อเลโก้ และการบวกลบเศษส่วนที่สอดคล้องกัน และเปิดโอกาสให้นักเรียนวิเคราะห์ เปรียบเทียบ เชื่อมโยง สังเคราะห์ และให้เหตุผล ขั้นตอนที่ 4 แนวคิดรูปธรรมที่ได้จากการใช้ตัวต่อเลโก้ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงผลที่ได้จากการเรียนรู้หรือนำเสนอการใช้ตัวต่อเลโก้ รวมไปถึงสัญลักษณ์นามธรรม และการประยุกต์ใช้แนวคิดที่ได้เรียนรู้

(Hui, Hoe, & Lee, 2017, p.18) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้นักเรียนมีคะแนนสูงกว่าร้อยละ 70 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ดังผลงานวิจัยของ (Chanhom, 2018, p.98) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) มากที่สุด ของเนื้อหาทั้ง 3 เรื่อง ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ และผลการทดสอบหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 22.08 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.60 ซึ่งสูงกว่าร้อยละ 70 ซึ่งสอดคล้องกับ Chanket (2018, p.89) พบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ประกอบไปด้วย 3 กิจกรรม คือ 1) รับรู้แบบเป็นรูปธรรม 2) สร้างภาพ และ 3) สู่การเป็นสัญลักษณ์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50) แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62) และมีประสิทธิภาพ 79.70/78.76 2) มโนทัศน์ เรื่องทศนิยมของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ เรื่อง ทศนิยมของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดศรีจุฬา มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เป็นการจัดการเรียนการสอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม (Chanket, 2018, p.28) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) จึงเริ่มต้นด้วยประสบการณ์จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ มาแปลเป็นรูปภาพ (สัญลักษณ์) ด้วยการถ่ายทอดสัญลักษณ์แทนที่มีความสอดคล้องกับประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้ เพื่อทำให้เกิดการเชื่อมโยงขึ้น (Bruner & Kenney, 1965 as cited in Hui, Hoe, & Lee, 2017, p.4) ดังทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Jerome Bruner กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตาม

แนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เริ่มจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมถ่ายทอดเป็นแผนภาพแล้วเชื่อมโยงสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบจากรูปธรรมสู่นามธรรม สามารถเข้าใจและอธิบายภาพรวมและที่มาที่ไปของโจทย์ที่ซับซ้อนได้จนนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาได้ในที่สุด

นอกจากนี้เมื่อนำตัวต่อเลโก้มาใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) จะทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพ เนื่องจากหนังสือเรียนไม่สามารถให้ประสบการณ์ในชั้นลงมือกระทำด้วยตนเองแก่นักเรียนได้ โดยส่วนใหญ่แล้วหนังสือจะมีภาพประกอบ (ชั้นสร้างภาพในสมอง) และสัญลักษณ์ต่างๆ (ชั้นการคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรม) ดังนั้น การเรียนการสอนที่เน้นการใช้หนังสือเพียงอย่างเดียวย่อมไม่เพียงพอ นักเรียนจะต้องมีโอกาสได้ลงมือกระทำกิจกรรมเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด โดยเฉพาะนักเรียนในช่วงอายุ 7-11 ปี หรือวัยรุ่นตอนต้น (Jirasingularoj, 2016, p.42) ดังนั้น จึงทำให้ตัวต่อเลโก้เป็นสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพ และทำให้เด็กเล็งเข้าใจถึงหลักคิดเชิงตรรกะ (ของวิชาคณิตศาสตร์) ผ่านสื่อการสอนที่พวกเขาสัมผัสได้จริง ด้วยตา และสองมือของพวกเขาเอง (Singto, 2018, p.38) ดังนั้น จึงทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ดังผลงานวิจัยของ (Sirikampla & Poonpaiboonpipat, 2020, p.84) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ควรเน้นการใช้วัตถุสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความหมาย ความสัมพันธ์ และลำดับของการดำเนินการ ได้แก่ การบวก การลบ การคูณ และการหาร แล้วเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การสร้างภาพจำลองปัญหาที่มีข้อมูลครบถ้วน เพื่อให้นักเรียนสามารถแปลความหมายของภาพจำลองสู่สัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ผลการวิจัยจากแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนมีความสอดคล้องกัน คือ นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ถูกต้องสมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับ (Sharma & Connor

2017, p.5) พบว่า มีคะแนนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของคะแนนการประเมินได้เทียบกับกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการสอนโดยวิธีการที่ไม่ใช่ CPA การวิเคราะห์ ผลของการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในเรื่องของการคำนวณจำนวนลบ

3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดศรีจุฬา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ เป็นการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้สัมผัสกับคณิตศาสตร์ผ่านสิ่งที่พบเห็นได้จริงในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนสนใจคณิตศาสตร์มากขึ้น เพราะได้เรียนรู้จากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งของที่จับต้องได้จริงไปสู่สิ่งที่รูปภาพหรือแบบจำลอง ทำให้นักเรียนได้รู้จักการแปลงภาพ หรือโมเดลที่รู้จักกันก่อนหน้านี้มาเป็นตัวเลขหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรม (Aksorn CharoenTat (ACT). p.4) นอกจากนี้การใช้เลโก้เป็นสื่อ ทำให้ช่วยพัฒนาการสื่อสารความคิดสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกัน และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในวิธีที่สนุกและน่าตื่นเต้น มีระบบการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นและสัมผัสได้ การเรียนรู้ในระดับโครงสร้างจะทำให้เด็กแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ (Puangdokmai, 2018, p.28) ดังนั้น จึงทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Singto, 2018, p.77) พบว่า 1) ชุดการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวต่อเลโก้ เรื่อง เศษส่วนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.07/81.83 เป็นไปตามเกณฑ์ $E1/E2 = 80/80$ ที่กำหนด 2) ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวต่อเลโก้ เรื่อง เศษส่วน อยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ นั้น ครูผู้สอนควรศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้อย่างถ่องแท้ โดยเฉพาะในขั้นตอนที่ 2 ที่ครูจะต้องจัดกิจกรรมที่สร้างความคุ้นเคยกับสื่อรูปธรรมเพื่อทำความเข้าใจแนวคิดคณิตศาสตร์ โดยจะต้องให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างซ้ำ ๆ หลายครั้ง ทั้งนี้สื่อรูปธรรมนั้นมีผลต่อการสร้างมโนคติทางคณิตศาสตร์จากรูปธรรมไปสู่นามธรรมได้ ดังนั้นถ้ามีการเลือกใช้สื่อประกอบให้เหมาะสม โดยคำนึงถึงประสิทธิภาพ ราคา ความสนใจของผู้เรียน ไม่จำเป็นจะต้องจัดซื้อสื่อประกอบที่มีราคาสูง สามารถเลือกสื่อประกอบที่มีในท้องถิ่นหรือเป็นสิ่งของเหลือใช้ เช่น ฝาน้ำอัดลม แท่งไม้ไอศกรีม ทั้งนี้ต้องมีการศึกษาผลของสื่อประกอบในแต่ละประเภท

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ร่วมกับเทคนิคการสอนแบบอื่น ๆ เพื่อพัฒนามโนคติทางคณิตศาสตร์

2.2 ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ ที่ระบุในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Problem Solving) ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Reasoning) ทักษะการสื่อสาร (Communication) ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (Connection) เป็นต้น

References

- Aksorn CharoenTat (ACT). *Inspire your child to love math for a lifetime*. <https://www.aksorn.com/math-newmedia> [in Thai]
- Best, J. W. (1981). *Research in education*. New jersey: Prentice-Hall.
- Chanhom, P. (2018). *The development of mathematical concept with learning activities based on concret-pitorial-abstract (C-P-A) approach on two-dimensional and three-dimensional geometry for 7th grade students*. [Master's degree thesis: Naresuan University]. [in Thai]
- Chanket, S. (2018). *The development learning activity on concrete-pictorial-abstract (C-P-A) to enhance the concept and communication abilities of mathematics interpretation and presentation on decimal for grade 4 students*. [Master's degree thesis: Naresuan University]. [in Thai]
- Cronbach, L.J. (1990). *Essentials of psychological testing* (5th ed.). New York: Harper Collins Publishers. [pp.202-204]
- Deepanya, L. (2008). *Comparison of computer mathematics learning achievement of the students who studied with the concept mapping activity and the students who studied with the traditional method*. [Master's degree thesis: King Mongkut's University of Technology North Bangkok]. [in Thai]
- Hui, Hoe, & Lee. (2017). *Teaching and learning with concrete-Pictorial-abstract sequence-a proposed model*. [n.p.].
- Inma, S. (2020). *The development of mathematical visualization abilities through learning implementation based on concrete pictorial abstract (CPA) approach with stick and ball geometry kit on three-dimensional geometry of students in grade 6*. [Master's degree thesis: Naresuan University]. [in Thai]
- Inpinij, J. (2016). *The development of mathematical conceptual understanding by PBLI with stem education*. [Master's degree thesis: Ubon Ratchathani University]. [in Thai]
- Jirasingularoj, C. (2016). *Development of Mathematics Learning Activities by Using Lesh's Translation Model with Lego® Brick to Enhance Maththematics Concepts and Retention on Fraction in Grade 4*. [Master's degree thesis, Naresuan University]. [in Thai]
- Lesh, R. (2000). *Conceptual and procedural understanding in middle school Mathematic*. Reston: NCTM.
- Makanong, A. (2014). *Mathematics for high school teachers*. Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- Ministry of Education. (2002). *National Education Act, B.E. 2542 and additional amendments (2nd edition) B.E. 2545*. Bangkok: Office of the Permanent Secretary, Ministry of Education. [in Thai]
- Ministry of Education. (2017). *Learning standards and indicators of Mathematics and Science. Learning standards and indicators of Geography, in the group of social studies, religion, and culture (revised edition) 2017 according to the Basic Education Core Curriculum, 2008*. Bangkok: Agricultural Cooperative Federation of Thailand. [in Thai]

- Ornbuakhao, N. (2013). *A Study of Mathematics Conceptual Change on Parallel using Remedials Teaching for Mathayomsuksa 2*. [Master's degree thesis: Khon Kaen University]. [in Thai]
- Potanam, P. (2013). *The development of fundamental mathematic skills in early childhood by organizing experience through the conceptual process*. [Master's degree thesis: Rajabhat Maha Sarakham University]. [in Thai]
- Puangdokmai, K.(2018). *The effects of using group activities with LEGO instructional media to develop social skills of children*. [Master's thesis, Sukhothai Thammathirat Open University]. [in Thai]
- Saiyot, L. and Saiyot, A. (1995). *Educational research techniques*. Bangkok: Suweerivasarn. [in Thai]
- Sanlar, T. (2011). *A study of mathematical concepts on multiplication of students with learning disabilities using an experiential language teaching model* [Master's degree thesis: Khon Kaen University]. [in Thai]
- Sharma & Connor. (2017). *Developing a concrete-Pictorial-abstract model for negative number arithmetic*.UK: [n.p.].
- Singto, A. (2018). *The development of mathematics instructional package by using lego on fractional for pratomsuksa 5 students*. [Master's degree thesis: Burapha University]. [in Thai]
- Sirikampla, R, and Poonpaiboonpipat, W. (2020) Learning implementation based on Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) approach to enhance mathematical concepts on addition subtraction multiplication and division for grade-4 students. *Journal of Science & Science Education*, 3(2), 155 - 164. [in Thai]