



The Impact of the Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) approach on the mathematical communication and conceptual understanding of decimals in Grade-6 students

Teerachot Lekkathat^{1,*} Natthaphon Hongthong¹ and Narongsak Rorbkorb²

¹*Master of Education Program in Research and Evaluation, Faculty of Education, Prince of Songkla University.*

²*Department of Research and Evaluation, Faculty of Education, Prince of Songkla University.*

**Email: Teerachot.lo@ksu.ac.th*

Received <12 September 2024>; Revised <4 November 2024>; Accepted <6 November 2024>

Abstract

This research aimed to 1) compare the mathematical concepts of Grade 6 students before and after learning through the Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) approach, 2) compare the mathematical communication and interpretation skills of Grade 6 students before and after learning through the CPA approach, and 3) study the relationship between mathematical concepts and mathematical communication and interpretation skills on the topic of decimals among Grade 6 students. The sample group consisted of 29 Grade 6 students from Lertpanya School, selected through cluster random-sampling with the classroom as the sampling unit. The research instruments included well-developed lesson plans with an overall appropriateness rating of 4.43 out of 5, a mathematical concepts assessment with a reliability coefficient of .842, and a mathematical communication and interpretation skills assessment with a reliability coefficient of .96. Data were analyzed using basic statistics and t-tests. The research findings revealed that 1) the mathematical concepts of Grade 6 students after learning were significantly higher than before learning at the .01 level of statistical significance, 2) the mathematical communication and interpretation skills of Grade 6 students after learning were significantly higher than before learning at the .01 level of statistical significance, and 3) there was a positive correlation between mathematical concepts and mathematical communication and interpretation skills on the topic of decimals among Grade 6 students ($r = 0.709$).

Keywords: Mathematical concept; Decimals; Mathematical communication and interpretation skills;
Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) approach

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ที่มีต่อมโนทัศน์ การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ธีรโชติ โลภธาตุ^{1,*} ณัฐพล หงษ์ทอง¹ และ ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ²

¹หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและประเมิน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

²สาขาวิชาการวิจัยและประเมิน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

*Email: Teerachot.lo@ksu.ac.th

รับบทความ: 12 กันยายน 2567 แก้ไขบทความ: 4 พฤศจิกายน 2567 ยอมรับตีพิมพ์: 6 พฤศจิกายน 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) 2) เปรียบเทียบการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และ 3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์กับการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเลิศปัญญา จำนวน 1 ห้อง รวมจำนวน 29 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมที่ 4.43 โดยรวมอยู่ในระดับมาก แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .842 แบบวัดความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .96 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน และสถิติทดสอบที่ ผลการวิจัยพบว่า 1) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) มโนทัศน์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ($r = 0.709$)

คำสำคัญ: มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ทศนิยม การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
แนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)

บทนำ

คณิตศาสตร์ช่วยให้เราคิดได้ชัดเจนและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในการสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ และมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบด้านและรอบคอบ การมองการณ์ไกล การวางแผน การตัดสินใจ และการแก้ปัญหาล้วนเป็นทักษะที่สำคัญ คณิตศาสตร์เป็นวิธีคิดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยสัญลักษณ์เหล่านี้สามารถช่วยให้เราเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้น แม้ว่าสิ่งที่กำลังคิดอยู่นั้นจะเป็นนามธรรม ตั้งแต่การคำนวณที่ใช้ในชีวิตประจำวันไปจนถึงการสร้างเทคโนโลยีที่ซับซ้อน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาที่เป็นระบบ ซึ่งได้รับการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาทักษะการดำเนินชีวิต และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง (Ministry of Education, 2017) แต่ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์นั้นมีลักษณะเป็นนามธรรม และเน้นการใช้สัญลักษณ์ในการสื่อความหมาย จึงเป็นเรื่องยากที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจ และจดจำรายละเอียดของคณิตศาสตร์ได้ทั้งหมด มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concept) จึงเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แม้ว่าคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต แต่ปัจจุบันคุณภาพการศึกษา โดยเฉพาะระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานด้านขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศยังอยู่ในระดับต่ำ (Ministry of Education, 2017) และผลการประกันคุณภาพด้วยการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ทั้งประเทศต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา สอดคล้องกับคะแนน O-NET ของโรงเรียนที่ผู้วิจัยสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2565 ถึง 2566 มีคะแนนเฉลี่ยลดลงในทุกปีการศึกษา

แม้ว่าจะมีการพัฒนาหลักสูตรและวิธีการสอนที่หลากหลาย แต่การพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์ของนักเรียนยังคงเป็นปัญหาที่หลายประเทศต้องเผชิญ สถิติเผยให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในการเข้าใจแนวคิดเชิงนามธรรม และการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ผู้วิจัยซึ่งเป็นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ได้ประสบกับปัญหาในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนที่ทำการสอนเช่นกัน กล่าวคือนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจการแสดงขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ทศนิยม ทำให้แปลความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ไม่เข้าใจความสัมพันธ์และคำสำคัญของการดำเนินการ การบวก การลบ การคูณ และการหารทศนิยม รวมถึงยังไม่สามารถสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้เท่าที่ควร จึงไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาหรือดำเนินการแก้ปัญหาคิด แล้วยังส่งผลต่อเนื่องให้ทำแบบฝึกหัดที่แตกต่างจากตัวอย่าง หรือสิ่งที่ครูเคยสอนมาแล้วไม่ได้ สิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์ การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ซึ่งเป็นพื้นฐานของการเรียนเนื้อหาต่าง ๆ ที่อาจจะส่งผลต่อเนื่องถึงการเรียนคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่น ๆ และระดับสูงขึ้นต่อไป

ครูต้องจัดกิจกรรมให้ตรงกับพัฒนาการของนักเรียน และต้องคำนึงถึงพัฒนาการทางร่างกายและสติปัญญาด้วย นอกจากนี้ยังต้องสร้างแนวคิดที่ง่ายสำหรับนักเรียนที่จะเข้าใจด้วยตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม เด็กในวัยประถมศึกษาอยู่ในช่วงพัฒนาการทางความคิด และสามารถเข้าใจเหตุผลเบื้องหลังการแก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมได้ อย่างไรก็ตามครูควรพยายามทำให้คณิตศาสตร์เป็นรูปธรรมมากขึ้นสำหรับนักเรียนและทำให้พวกเขาเข้าใจแนวคิดเร็วขึ้นโดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้พวกเขาได้รับประสบการณ์ใช้คำอธิบายและการเลือกกิจกรรมที่ตรงกับวัตถุประสงค์ แนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เป็นวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ ตั้งแต่รูปธรรมไปจนถึงนามธรรม สิ่งนี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจความหมายของปัญหาที่ซับซ้อนและพัฒนาความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ แนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เหมาะสำหรับพัฒนาการทางสติปัญญาในแต่ละช่วงวัย

แนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เป็นหนึ่งในแนวทางการสอนที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในการส่งเสริมความเข้าใจเชิงลึกในคณิตศาสตร์ โดยแนวคิดนี้เน้นการเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่การคิดเชิงนามธรรม เริ่มจากการใช้วัตถุจริง (Concrete) ไปสู่การใช้ภาพที่เป็นสัญลักษณ์ (Pictorial) และสุดท้ายเป็นการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ (Abstract) เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจและทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน และสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ยังเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ แนวคิด CPA เน้นการเรียนรู้ผ่านสามขั้นตอนหลัก ได้แก่ การใช้วัตถุจริง (Concrete) การใช้ภาพหรือสัญลักษณ์ (Pictorial) และการใช้ความคิดเชิงนามธรรม (Abstract) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจจากสิ่งที่มองเห็นได้ไปสู่การคิดวิเคราะห์เชิงนามธรรมอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ Sirikampla and Poonpaiboonpipat (2020) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ควรเน้นการใช้วัตถุสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความหมาย ความสัมพันธ์และลำดับของการดำเนินการ ได้แก่ การบวก การลบ การคูณ และการหาร แล้วเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การสร้างภาพจำลองปัญหาที่มีข้อมูลครบถ้วน เพื่อให้นักเรียนสามารถแปลความหมายของภาพจำลองสู่สัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ผลการวิจัยจากแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน มีความสอดคล้องกัน คือ นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ถูกต้อง

สมบูรณ์ สอดคล้องกับ Lekkathat, Phukrongtung and Kanngandee (2023) รายงานว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ส่งผลให้นักเรียนมีมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นจากเดิม เนื่องจากนักเรียนสามารถดำเนินการได้โดยการมองเป็นแบบจำลอง เห็นเป็นรูปธรรม สร้างองค์ความรู้ ความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง นำไปสู่การแปลงเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในแบบนามธรรม ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น การจัดการเรียนรู้ที่มีต่อมโนทัศน์ การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญอย่างมาก เพื่อสร้างความเข้าใจและทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน เพราะจะเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระยะยาว ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมุ่งหมายที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ที่มีต่อมโนทัศน์ การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)
- 2. เพื่อเปรียบเทียบการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)
- 3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์กับการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สมมติฐานการวิจัย

- 1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)
- 2. การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)
- 3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิธีดำเนินการวิจัย

- 1. แบบแผนการวิจัย
การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้แบบแผนการวิจัย โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัย โดยใช้แบบแผนการทดลอง แบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการวิจัย

Group	Pretest	Treatment	Posttest
n	T ₁	X	T ₂

- n แทน กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย
- X แทน การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)
- T₁ แทน การทดสอบวัดมโนทัศน์ การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ก่อนการจัดการเรียนรู้
- T₂ แทน การทดสอบวัดมโนทัศน์ การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเลิศปัญญา สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน จำนวน 3 ห้อง รวมจำนวน 87 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเลิศปัญญา สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน จำนวน 1 ห้อง รวมจำนวน 29 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random-sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete -Pictorial-Abstract (CPA) จำนวน 10 แผน แผนละ 1 คาบ รวมทั้งสิ้น 10 คาบ โดยผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 10 แผน ซึ่งมีองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ครบถ้วน และเหมาะสม และจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA โดยขั้นแรกได้นำวัตถุที่นักเรียนสามารถจับต้องได้ นำมาให้นักเรียนได้สัมผัสจริง และเป็นอุปกรณ์จริง จากนั้นได้ให้นักเรียนได้ทดลองการชั่งน้ำหนัก โดยทั้งเริ่มนำวัตถุเข้าเพื่อต่อการเพิ่มขึ้นของวัตถุ และการนำวัตถุออกเพื่อสังเกตการณ์ลดลงของน้ำหนัก เพื่อให้ผู้เรียนได้มีภาพจำ เพื่อเชื่อมโยงไปถึงภาพจำลอง และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จากนั้นจึงเริ่มให้นักเรียนได้ลองทำใบกิจกรรมเพื่อให้ได้เชื่อมโยงความรู้ และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จากภาพจำลอง สู่ประโยคสัญลักษณ์ และการนำเสนอ พร้อมการสื่อสารมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้เพื่อน และครูผู้สอน และได้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการประเมินพบว่า ค่าเฉลี่ยของการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม ที่ 4.43 โดยรวมอยู่ในระดับมาก

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ทศนิยม
ผู้สอน นายวิชา โสธาท

แผนการจัดการเรียนรู้
วิชาคณิตศาสตร์
ภาคเรียนที่ 1
วันที่
ปีการศึกษา 2567
เวลา 15 ชั่วโมง

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต
มาตรฐาน ค. 1.1 เข้าใจความสัมพันธ์ของจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน และใช้ทักษะการแก้ปัญหาการคำนวณและการนำเสนอได้

2. ตัวชี้วัด
ค. 1.1 ป.6/9 ทักษะการทศนิยมที่มีตัวทศนิยมสองตำแหน่ง เป็นทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
เศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็น 10 สามารถเขียนเป็นทศนิยมได้จำนวน เศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็น 100 สามารถเขียนเป็นทศนิยมได้จำนวน และเศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็น 1,000 สามารถเขียนเป็นทศนิยมได้จำนวน เศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็นตัวประกอบของ 10, 100 และ 1,000 สามารถเขียนให้อยู่ในรูปทศนิยมได้ และทศนิยมทุกจำนวนสามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้

4. จุดประสงค์การเรียนรู้
1) เข้าใจหลักการเขียนเศษส่วนในรูปทศนิยม (K)
2) เข้าใจหลักการเขียนทศนิยมในรูปเศษส่วน (K)
3) เขียนเศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็นตัวประกอบของ 10 หรือ 100 หรือ 1,000 ในรูปทศนิยมได้ (P)
4) เขียนทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งในรูปเศษส่วนอย่างต่ำได้ (P)
5) รวบรวมเศษส่วนที่เทียบเท่ากับทศนิยม (A)

5. การเรียนรู้
ความสนใจอย่างสูงและมีส่วนร่วม

6. กระบวนการทางคณิตศาสตร์
☐ การแก้ปัญหา
☒ การสื่อสารและการใช้ความถนัดทางคณิตศาสตร์
☐ การเชื่อมโยง

ขั้นที่สาม การคำนวณค่าเฉลี่ย (C: Concrete)

ครูให้นักเรียนนำลูกเต๋ามาทำการชั่งน้ำหนักด้วยตาชั่ง 0.1, 0.2, 0.5 และ 1.3 กิโลกรัม พร้อมคำนวณค่าเฉลี่ย

นักเรียนนำลูกเต๋ามาทำการชั่งน้ำหนักด้วยตาชั่ง 0.1, 0.2, 0.5 และ 1.3 กิโลกรัม แล้วนำค่าเฉลี่ยมาคำนวณค่าเฉลี่ย

นักเรียนนำลูกเต๋ามาทำการชั่งน้ำหนักด้วยตาชั่ง 0.1, 0.2, 0.5 และ 1.3 กิโลกรัม แล้วนำค่าเฉลี่ยมาคำนวณค่าเฉลี่ย

นักเรียนนำลูกเต๋ามาทำการชั่งน้ำหนักด้วยตาชั่ง 0.1, 0.2, 0.5 และ 1.3 กิโลกรัม แล้วนำค่าเฉลี่ยมาคำนวณค่าเฉลี่ย

กิจกรรม สูงเท่าใคร

ถ้าให้เรียงลูกเต๋ามาจากน้อยไปหามาก เรียงตามลำดับดังนี้

วงรีมีความสูงจากพื้นถึงยอด 1.45 เมตร ไข่แดงมีความสูง 0.05 เมตร

เส้นผ่าศูนย์กลางของวงรี 0.12 เมตร ถ้าวงรีมีความสูงเท่าเส้นผ่าศูนย์กลางของวงรี

แล้ววงรีจะมีพื้นที่เท่าไรบ้าง

1. ตั้งลูกเต๋ามาจากน้อยไปหามาก

2. ตั้งลูกเต๋ามาจากน้อยไปหามาก

ประเมินผล

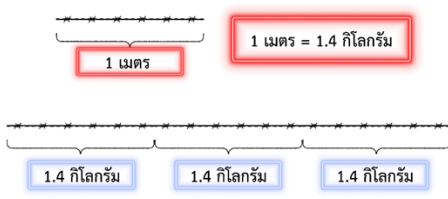
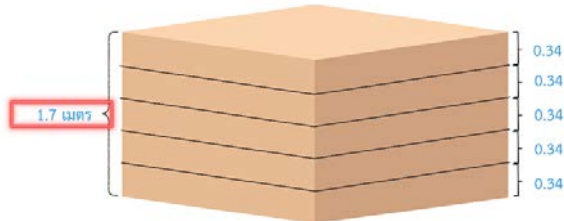
นักเรียน

คำตอบ

ภาพที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ (ก) ตัวอย่างการออกแบบตามแนวคิด CPA Approach (ข) และ ตัวอย่างใบกิจกรรม (ค)

3.2 แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน โดยใช้การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 2 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนการสร้างภาพจำลอง 2) ขั้นตอนการแสดงประโยคสัญลักษณ์ โดยครอบคลุม การบวก จำนวน 2 ข้อ การลบ จำนวน 2 ข้อ การคูณ จำนวน 3 ข้อ และการหาร จำนวน 3 ข้อ รวมจำนวน 10 ข้อ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตัวชี้วัด	ตัวอย่างแบบทดสอบ
แสดงวิธีหาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา การบวก การลบ การคูณ การหาร ทศนิยม 3 ขั้นตอน	1. ลวดหนามเส้นหนึ่งยาว 1 เมตร เมื่อนำไปชั่งน้ำหนักได้ 1.4 กิโลกรัม ถ้าลวดหนามยาว 3 เมตร จะมีน้ำหนักกี่กิโลกรัม 1.1 ขั้นสร้างแบบจำลอง  3 เมตร จะมีน้ำหนักกี่กิโลกรัม 1.2 ขั้นสร้างประโยคสัญลักษณ์ $1.4 + 1.4 + 1.4 = 4.2$ หรือ $1.4 \times 3 = 4.2$ ตอบ 4.2 กิโลกรัม
	2. สระน้ำแห่งหนึ่งมีลักษณะเป็นรูปปริซึมฐานสี่เหลี่ยม มีความลึก 1.7 เมตร ถ้าเวลา 1 นาที น้ำลดลง 0.34 เมตร จะต้องใช้เวลากี่นาที น้ำจึงจะหมดสระ 1.1 ขั้นสร้างแบบจำลอง  1.2 ขั้นสร้างประโยคสัญลักษณ์ $1.7 \div 0.34 = 5$ หรือ $(((((1.7-0.34)-0.34)-0.34)-0.34)-0.34) = 5$ ตอบ 5 นาที

โดยผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 12 ข้อ นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยคัดเลือกแบบทดสอบ จำนวน 10 ข้อ ที่มีค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) เท่ากับ 1.00 มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.286 – 0.581 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.214 – 0.643 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาครอน บาคมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.842

3.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 5 คะแนนโดย วัดการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก จำนวน 1 ข้อ การลบ จำนวน 1 ข้อ การคูณ จำนวน 1 ข้อ การหาร จำนวน 1 ข้อ และการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับทศนิยม จำนวน 1 ข้อ รวมจำนวน 5 ข้อ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตัวชี้วัด	ตัวอย่างแบบทดสอบ
แสดงวิธีหาคำตอบ ของโจทย์ปัญหาการ บวก การลบ การคูณ การหาร ทศนิยม 3 ขั้นตอน	1. ให้นักเรียนตอบคำถามโดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ นาวันมีเงิน 500 บาท ไปตลาดซื้อมะม่วง 1.5 กิโลกรัม กิโลกรัมละ 30 บาท ซื้อส้ม 2.45 กิโลกรัม กิโลกรัมละ 40 บาท และซื้อทุเรียน 0.325 กิโลกรัม กิโลกรัมละ 300 บาท คำถาม เมื่อนาวันซื้อผลไม้ครบทุกชนิด จะเหลือเงินกี่บาท <u>วิธีทำ</u> ราคาส้ม $2.45 \times 40 = 98$ ราคามะม่วง $1.5 \times 30 = 45$ ราคาทุเรียน $0.325 \times 300 = 97.5$ ซื้อผลไม้ทุกชนิดรวมกัน $98 + 45 + 97.5 = 240.5$ จะเหลือเงิน $500 - 240.5 = 259.5$ <u>ตอบ</u> จะเหลือเงิน 259.5 บาท
	2. จงนำประโยคสัญลักษณ์ที่กำหนดให้ สร้างโจทย์ปัญหาและหาผลลัพธ์ 2.1 ประโยคสัญลักษณ์ $12.58 + 3.469 - 5.12 = \square$ <u>ตอบ</u> โจทย์ปัญหาที่สร้างจะต้องมีค่าที่สื่อความหมายถึงการบวก หรือการเพิ่มขึ้น เช่น รวม เพิ่ม ผสม สูงขึ้น ยาวขึ้น และต้องมีค่าที่สื่อความหมายถึงการลบ เช่น ลดลง ตัด ทิ้ง เอาออก นำออก หักออก ผลลัพธ์ 10.929 2.2 ประโยคสัญลักษณ์ $(300.25 \div 5) \times 2.5 = \square$ <u>ตอบ</u> โจทย์ปัญหาที่สร้างจะต้องมีค่าที่สื่อความหมายถึงการคูณ เช่น การเพิ่มขึ้นทีละเท่า ๆ กัน หรือบวกค่าที่เท่า ๆ กัน และต้องมีค่าที่สื่อความหมายถึงการหาร เช่น การแบ่งเท่า ๆ กัน ตัดออกเท่า ๆ กัน ผลลัพธ์ 150.125

โดยผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ จำนวน 7 ข้อ นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยคัดเลือกแบบทดสอบจำนวน 5 ข้อ ที่มีค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) เท่ากับ 1.00 มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.500 – 0.505 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.200 – 0.238 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบทดสอบโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาคมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.960

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเลิศปัญญา สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน จำนวน 29 คน ตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 ปรุมนิเทศนักเรียน ชี้แจงวัตถุประสงค์ และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4.2 ทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางการเรียนคณิตศาสตร์

4.3 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) จำนวน 10 แผน แผนละ 1 คาบ รวมทั้งสิ้น 10 คาบ ระยะเวลาสัปดาห์ละ 6 คาบ รวมทั้งสิ้น 2 สัปดาห์ โดยการจัดการเรียนรู้จะเริ่มจากการนำสิ่งที่ผู้เรียนสามารถจับต้องได้ อยู่ใกล้ตัว เพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นภาพ ซึ่งจะนำไปสู่การเขียนแทนภาพจำลอง รวมถึงมีสื่อการสอนที่มีความน่าสนใจและหลากหลาย รวมถึงต้องใช้ระยะเวลาในการให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ได้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และเมื่อผู้เรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แล้ว จึงให้ผู้เรียนได้ฝึกนำเสนอและสื่อสารกับเพื่อน รวมถึงอธิบายมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของตนให้เพื่อนเข้าใจได้ง่าย

4.4 เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับเดิม

4.5 นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ และนำเสนอผลการวิจัยในลำดับต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) โดยนำข้อมูลตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล Normality Test (Shapiro-Wilk) พบว่าข้อมูลที่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ (ดังตารางที่ 4) จึงนำข้อมูลไปทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (Paired t-test)

ตารางที่ 4 ผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล Normality Test (Shapiro-Wilk)

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	w	p
หลังเรียน	29	20	15.14	1.87	0.958	0.294
ก่อนเรียน			9.31	2.36		

5.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) โดยนำข้อมูลตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล Normality Test (Shapiro-Wilk) พบว่าข้อมูลที่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ (ดังตารางที่ 5) จึงนำข้อมูลไปทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (Paired t-test)

ตารางที่ 5 ผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล Normality Test (Shapiro-Wilk)

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	w	p
หลังเรียน	29	25	21.90	4.93	.918	.027
ก่อนเรียน			13.27	3.40		

5.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์กับความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ที่มีต่อมโนทัศน์ การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยแบ่งการสรุปผลออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และใช้สถิติทดสอบที (Paired t-test) ผลปรากฏดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	ร้อยละ	t	p
หลังเรียน	29	20	15.14	1.87	75.70	10.600**	.00
ก่อนเรียน			9.31	2.36	46.55		

**ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 6 พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.14 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20

คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.70 และก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.31 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 33.35 กล่าวคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และใช้สถิติทดสอบที (Paired t-test) ผลปรากฏดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	ร้อยละ	t	p
หลังเรียน	29	25	21.90	4.93	87.60	39.100**	.000
ก่อนเรียน			13.27	3.40	53.08		

**ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 7 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.90 คะแนน จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.60 และก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.27 คะแนน จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 53.08 กล่าวคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์กับความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์กับความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากคะแนนทดสอบหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation) ผลปรากฏดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์กับความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

Correlations		มโนทัศน์	ความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมาย
มโนทัศน์	Pearson's Correlations	1	.709**
	p		.00
การสื่อสารและสื่อความหมาย	Pearson's Correlations	.709**	1
	p	.00	

**ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 8 พบว่า มโนทัศน์กับความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.709

อภิปรายผล

การดำเนินการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ที่มีต่อมนทัศน์ การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. สมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ที่ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เมื่อได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และได้ทำการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (Paired t-test) ดังตารางที่ 6 พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.14 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.70 และก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.31 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 33.35 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย กล่าวคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก ผู้สอนได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการนำสิ่งของที่ผู้เรียนสามารถจับต้องและสัมผัสได้ มาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรมที่ครูผู้สอนกำหนด โดยให้ผู้เรียนจับกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิด วิธีการมองวัตถุที่กำหนด รวมถึงแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาที่ให้ หลังจากที่ได้แลกเปลี่ยนแนวคิด วิธีการมองปัญหา จากนั้นในแต่ละกลุ่มจะต้องวาดภาพจำลองของปัญหา และนำภาพจำลองที่สร้างขึ้นนำมาเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้สามารถสื่อสารภายในกลุ่ม และยังต้องอธิบายให้เพื่อนต่างกลุ่มและครูผู้สอนให้มีความเข้าใจที่ตรงกัน ซึ่งมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ที่เป็นวิธีที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งของที่จับต้องได้ สัมผัสได้ ซึ่งเป็นการคิดแบบรูปธรรม ทำให้ผู้เรียนสามารถมองเป็นภาพ ภาพจำลอง แล้วเชื่อมโยงไปสู่สัญลักษณ์ซึ่งเป็นการคิดแบบรูปธรรม เพื่อสร้างความเข้าใจในความหมายของการดำเนินการ สอดคล้องกับกฎความหลากหลายของการรับรู้ของ Dienes (Dienes's Theory of Mathematics Learning) ที่แนะนำว่า การเรียนรู้มนทัศน์จะมีประสิทธิภาพดี เมื่อผู้เรียนมีโอกาสรับรู้มนทัศน์เดียวกันในหลาย ๆ รูปแบบ ผ่านบริบททางกายภาพ นั่นคือ การจัดสิ่งที่เป็นรูปธรรมที่หลากหลายให้ผู้เรียนเพื่อเข้าใจโครงสร้างทางมนทัศน์เดียวกันนั้นจะช่วยในการได้มาซึ่งมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ยังส่งเสริมการเรียนรู้จากง่ายไปยาก เนื่องจากนักเรียนได้เรียนรู้วัตถุจริง จากนั้นมาสร้างเป็นภาพจำลอง แล้วจึงเชื่อมโยงไปสู่การแปลงเป็นสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ความเข้าใจจากการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมไปสู่ความคิด ความเข้าใจเชิงนามธรรม ทั้งนี้ นักเรียนในชั้นเรียนของผู้วิจัยมีจำนวนที่สามารถดำเนินการได้ครบถ้วน จึงทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทัวถึง นักเรียนได้มีส่วนร่วมทุกคน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความคิด ความเข้าใจเชิงนามธรรมได้อย่าง สอดคล้องกับวิจัยของ Chonpairat, Khansila and Nongharnpituk (2024) พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนโดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ CPA ร่วมกับ GeoGebra สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนโดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ CPA ร่วมกับ GeoGebra สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ CPA ร่วมกับ GeoGebra มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (= 4.13, SD = 0.70) สอดคล้องกับวิจัยของ Janhom, Viriyapong and Supap (2020) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอยู่ในระดับที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) มากที่สุด ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA (Concrete-Pictorial-Abstract) สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ และผลการทดสอบหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 22.08 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.54 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 73.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. สมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ที่ว่า การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เมื่อได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และได้ทำการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (Paired t-test) ดังตารางที่ 7 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.90 คะแนน จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.60 และก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.27 คะแนน จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 53.08 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย กล่าวคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

.01 ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่มีวัตถุที่สามารถจับต้อง และสัมผัสได้ เมื่อถึงขั้นการอธิบาย กลุ่มที่นำเสนอก็สามารถนำวัตถุที่เตรียมไว้อธิบายให้เพื่อนกลุ่มอื่นและครูผู้สอน ทำให้กลุ่มที่นำเสนอสามารถอธิบายได้เห็นเป็นภาพชัดเจน และมีความเข้าใจตรงกันว่าการที่นำจำนวนวัตถุ หรือสิ่งของมารวม ผสม เชื่อมต่อ นั้นจะหมายถึงการบวก การที่นำจำนวนสิ่งของ หรือวัตถุหักออก ตัดออก เอาออก นำออก หรือทำให้จำนวนนั้น ๆ ลดลง คือ การลบ การที่จำนวนของวัตถุหรือสิ่งของที่เพิ่มขึ้น หรือบวกขึ้นทีละเท่า ๆ กัน คือ การคูณ และการที่จำนวนของวัตถุหรือสิ่งของแบ่งออก หรือลดลงทีละเท่า ๆ กัน นั่นคือ การหาร จึงทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายถึงรูปแบบหรือการดำเนินการของโจทย์ปัญหาได้เป็นรูปธรรมการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เป็นภาพจำลอง ผู้เรียนจึงมีความสามารถในการสื่อสารกับเพื่อน และครูผู้สอนได้อย่างครบถ้วนและรวมถึงสามารถสื่อความหมายของโจทย์ปัญหาและสามารถอธิบายขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเป็นเช่นนี้แล้วผู้เรียนจึงมีภาพจำลองที่สามารถแปลงเป็นสัญลักษณ์ และนำไปสู่การการเข้าใจความเป็นนามธรรมของสัญลักษณ์และความหมายของเรื่องทศนิยมได้ ซึ่งความสามารถการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่สื่อสารได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพนี้ เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากวัตถุที่จับต้องได้ และนำไปสู่การสร้างภาพจำลอง และนำไปสู่การแปลงเป็นสัญลักษณ์เป็นรูปแบบนามธรรมต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tippayarungroch and Adulyasas (2023) การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านสิ่งที่เป็รูปธรรมจับต้องได้ จากนั้นแปลงมาเป็นภาพ และสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในที่สุด ทำให้นักเรียนเข้าใจสิ่งที่เป็รูปธรรมไปยังสิ่งที่เป็นามธรรม เป็นกิจกรรมสามารถช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนและเป็นปัญหาในชีวิตจริงผ่านการทำงานเป็นกลุ่ม โดยนักเรียนจะต้องสามารถอธิบายกระบวนการคิดของตนเอง ตลอดจนสามารถประเมินกระบวนการคิดของตนเองและผู้อื่นได้ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและสัมพันธ์กับชีวิตนักเรียน สอดคล้องกับ Kunjanthuek *et al.* (2023) พบว่า นักเรียนได้เรียนรู้จากสื่อที่เป็นรูปธรรม และวัตถุจริงที่จับต้องได้ เพื่อให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับสิ่งที่ครูผู้สอนนำมาจัดการเรียนรู้ ได้สัมผัสและลงมือทำจริง จึงให้จดจำได้ง่าย ได้เห็นถึงรูปร่าง รูปทรง ขนาดของ และรูปแบบและคำสำคัญ นำมาวิเคราะห์ สร้างภาพที่ได้จากวัตถุ และสื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม นำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

3. สมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ที่ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation) ดังตาราง 8 พบว่า มโนทัศน์กับความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.709 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย แสดงว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) นั้นได้เริ่มจัดการเรียนรู้โดยใช้สิ่งของและวัตถุที่ผู้เรียนสามารถจับต้อง และสัมผัสได้ ทำให้ผู้เรียนนั้นเห็นการแก้โจทย์ปัญหานั้นเรื่องใกล้ตัว และเป็นรูปธรรม จากนั้นเมื่อผู้เรียนได้มองโจทย์ปัญหาเป็นภาพจำลอง และเมื่อมองโจทย์ปัญหาเป็นภาพจำลองได้แล้วนั้น จึงสามารถแปลงค่าจากภาพจำลอง เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรม และเมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ทำให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ เมื่อเป็นเช่นนี้จึงทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในการอธิบายความสัมพันธ์ของการบวก การลบ การคูณ และการหารทศนิยม จึงสามารถอธิบาย รวมถึงยังสื่อสารกับกลุ่มเพื่อนและครูผู้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยกตัวอย่างได้ถูกต้องและเหมาะสม จึงทำให้สามารถสื่อความหมายได้ถูกต้องและสมบูรณ์ ค่าสหสัมพันธ์มีค่าสูงจึงบ่งชี้ว่า นักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น ก็จะสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จะดีขึ้นตามไปนั่นเอง ด้วยที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกมองโจทย์ปัญหาที่เจอเป็นรูปภาพจำลอง จากนั้นแปลงเป็นสัญลักษณ์ และประยุกต์ใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในปัญหาที่หลากหลาย ส่งผลให้ความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hongthong, Sangsrikaew and Pimpasalee (2024) รายงานว่า การนำเสนอจริง สื่อเสมือนจริง เข้ามาช่วยในการให้นักเรียนสำรวจปัญหา และมองปัญหาเป็นภาพจำลอง และเข้าใจได้ง่ายขึ้น สอดคล้องกับ พบว่า จากการที่นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาจากการมองปัญหาเป็นรูปธรรม ก่อนจะมองเป็นภาพจำลอง แล้วเชื่อมโยงไปสู่การมองเป็นนามธรรมในที่สุด เกิดจากการฝึกฝนทำซ้ำ ๆ เพราะการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคนไม่เหมือนกัน แล้วเมื่อได้เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) นักเรียนมีการแก้ปัญหาได้เป็นระบบและมีขั้นตอนที่ชัดเจน ทำให้ได้ขั้นตอนและคำตอบของปัญหาที่มีที่มาและสมบูรณ์ รวมถึงทำให้มีความสามารถในการนำเสนอข้อมูลอย่างมั่นใจ สอดคล้องกับ Ministry of Education (2017) รายงานว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เป็นวิธีการสอนที่ช่วยเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้

อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนสามารถมององค์ความรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์จากเป็นนามธรรมได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยใช้สื่อประกอบ ซึ่งครูเป็นผู้สนับสนุนและให้คำแนะนำ จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและมีชัยศึกษาตอนต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Inma and Poonpaiboonpipat (2021) พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ยังทำให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความเป็นจริง โดยเริ่มเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม จากนั้นนำประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มาเขียนแสดงเป็นรูปภาพเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chotwinyu (2021) พบว่า หลังนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่นักเรียนส่วนใหญ่แสดงพฤติกรรม ระบุนัยสำคัญเงื่อนไข และสิ่งที่โจทย์ต้องการ วาดแผนภาพเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลและสร้างสมการจากแผนภาพ แก้สมการโดยใช้สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการบวกและการคูณได้ เชื่อมโยงความรู้และมโนทัศน์ ระหว่างเชิงรูปธรรม เชิงรูปภาพ และเชิงนามธรรมได้

สรุปผลการวิจัย

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. มโนทัศน์กับความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.709

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้ สำเร็จสมบูรณ์ได้ ต้องขอขอบพระคุณ ดร.ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยและการพัฒนานวัตกรรมเพื่อใช้ในการทำวิจัย ขอขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาเครื่องมือวิจัย ตลอดจนผู้บริหาร คณะครู นักเรียนที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยในครั้งนี้

จริยธรรมการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยในชั้นเรียน ผู้วิจัยได้มีการขออนุญาตผู้เข้าร่วมวิจัย และปิดบังรายชื่อของผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคน โดยได้คำนึงหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ หลักความเคารพในบุคคล หลักคุณประโยชน์ไม่ก่ออันตราย และหลักความยุติธรรม

References

- Chonpairot, C., Khansila, P. and Nongharnpituk, P. (2024). Development of a lesson on prisms and cylinders using the CPA approach with Geogebra to enhance learning achievement for grade 8 students. (in Thai). **Journal of Industrial Education**, 23(2), 15-26.
- Chotwinyu, N. (2021). Study of mathematical problem-solving ability and achievement in linear equations in one variable via Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) approach activities for Mathayomsuksa I students (in Thai). **Master's Thesis**. Bangkok: Srinakharinwirot University.
- Hongthong, N., Sangsrikaew, P. and Pimpasalee, w. (2024). Development of critical thinking skill and mathematical achievement on quadratic function of grade 9 students using open approach and Geogebra (in Thai). **Journal of Education and Innovation**, 26(2), 106-117.
- Inma, S. and Poonpaiboonpipat, W. (2021). 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 grade 6 students (in Thai). **Journal of Industrial Education**, 20(2), 22-32.
- Janhom, P., Viriyapong, R. and Supap, W. (2020). The development of mathematical concept with learning activities based on Concrete-Pictorial-Abstract (C-P-A) approach on two-dimensional and three-dimensional geometry for 7th grade students (in Thai). **Journal of Education Naresuan University**, 22(4), 149-159.
- Kunjanthuek, P., Ugsonkid, S., Chuntra, C. and Tangkawsakul, S. (2023). The study of mathematical problem-solving ability on conic section of Mathayomsuksa four students on Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) (in Thai). **Journal of Legal Entity Management and Local Innovation**, 9(7), 232-243.
- Lokkathat, T., Phookhongthung, S. and Kanngandee, P. (2023). The development of mathematical concepts on the decimal (in Thai). **Proceeding of the 3rd Kamphaeng Phet Rajabhat University Student**, (pp. 370-380). Kamphaeng Phet: Kamphaeng Phet Rajabhat University
- Ministry of Education. (2017). **Indicators and Core Content Mathematics Department (Revised Version B.E. 2560, A.D. 2017) The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)** (in Thai). The Agricultural Cooperative Federation of Thailand Limited.
- 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 (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 3(2), 155-164.
- Tippayarungroch, A. and Adulyasas, L. (2023). The development of mathematical learning activities package by using Concrete-Pictorial-Abstract (in Thai). **CRU - National Conference in Science and Technology : NCST 6th 2023** (pp. 35-46). Bangkok: Chandrakasem Rajabhat University