การพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract: CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL VISUALIZATION ABILITIES THROUGH LEARNING INPLEMENTATION BASED ON CONCRETE PICTORIAL ABSTRACT: CPA APPROACH WITH STICK AND BALL GEOMETRY KIT ON THREE-DIMENSIONAL GEOMETRY OF GRADE 6 STUDENTS

สุภาดา อินมา* และวนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์
Supada Inma* and Wanintorn Poonpaiboonpipat
Email: supadai62@nu.ac.th and wanintorns@nu.ac.th

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000
Department of Education, Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000 Thailand

*Corresponding author E-mail: supadai62@nu.ac.th

(Received: May 9, 2021; Revised: May 25, 2021; Accepted: June 6, 2021)

ABSTRACT

The purpose of this study was to develop mathematical visualization ability through learning activity based on Concrete Pictorial Abstract: CPA with stick and ball geometry kit on three-dimensional geometry of grade 6 students. The participants of this research were 25 grade 6 students in the second semester of the academic year 2020 of Banthachum school. This study was a classroom action research and collected qualitative data. The learning activities totally took nine hours. The research instruments were four lesson plans, worksheets, and mathematical visualization ability test. Data were analyzed by content analysis and categorized students' answer into three aspects: drawing, identifying the type, and selecting the figure related to three-dimensional geometry. Students' answers were divided in three groups which are level 1, level 2, and level 3. The basic statistic tools used in this study were frequency and percentage. The results showed that most of students were in level 3, meaning that students can visualize and analyze the various three-dimensional geometry then represent their ideas in term of drawing, identifying the type, and selecting the figures of the contour or the base and the forward face of a three-dimensional geometry correctly.

Keywords: Concrete Pictorial Abstract: CPA; Stick and ball geometry kit; Visualization; Three-dimensional geometry; Grade 6 students

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract: CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้เข้าร่วมการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 25 คน ของโรงเรียนบ้านท่าชุม (ประชาอุทิศวิทยาคาร) โดยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนและเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 9 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน ใบกิจกรรมและแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ โดยนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา โดยการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ การวาดภาพ การบอกชนิดและการเลือกภาพ ซึ่งแบ่งออกเป็น ด้านละ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1 ระดับ 2 และระดับ 3 ใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่าความถี่และร้อยละ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 กล่าวคือ นักเรียนสามารถนึกถึงภาพของรูปเรขาคณิต วิเคราะห์รูปเรขาคณิตต่าง ๆ ในจินตนาการ เพื่อสื่อสารความคิดออกมาเป็นรูปธรรมภายนอก เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ ในด้านการวาดภาพ การบอกชนิด และการเลือกภาพได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: Concrete Pictorial Abstract: CPA; ชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต; การนึกภาพ; รูปเรขาคณิตสามมิติ; นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. บทนำ

ในปัจจุบันการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบ O-net ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558-2562 วิชาคณิตศาสตร์ ของระดับประเทศ อยู่ในระดับค่าเฉลี่ย 43.47, 40.47, 37.12, 37.50, และ 32.90 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 และมีแนวโน้มว่าจะลดลงเรื่อย ๆ รวมถึงพิจารณาจากผลการทดสอบ O-net ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 วิชาคณิตศาสตร์ ของโรงเรียนบ้านท่าชุม (ประชาอุทิศวิทยาคาร) จังหวัดสุโขทัย พบว่ามีผลคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 40.81 ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 และยังมีสาระการเรียนรู้ที่ต้องปรับปรุงอย่างเร่งด่วน คือ สาระเรขาคณิต ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 19.77 [1] และจากการสัมภาษณ์โดยใช้ภาพประกอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลการเรียนต่ำ จำนวน 5 คน ในห้องเรียนที่ผู้วิจัยเคยเป็นผู้สอน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ พบว่า นักเรียนไม่สามารถบอกชนิด ลักษณะของหน้าตัดหรือฐาน และจุดยอดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ รวมถึงไม่สามารถบอกได้ว่าเมื่อคลี่รูปเรขาคณิตสามมิติออกมาแล้วจะเป็นรูปสองมิติชนิดใด จึงส่งผลให้ไม่สามารถแก้ปัญหาทางเรขาคณิตได้

การเรียนเรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติให้เข้าใจนั้นต้องอาศัยการนึกภาพ (Visualization) ซึ่งการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการนึกถึงภาพของรูปเรขาคณิตหรือการวิเคราะห์รูปเรขาคณิตต่าง ๆ ในจินตนาการ เพื่อสื่อสารความคิดออกมาเป็นรูปธรรมภายนอก โดยการวาดรูปหรืออธิบายแสดงแนวคิดเพื่อหาคำตอบหรือกระบวนการที่ได้ภาพที่ปรากฏ [2] โดยการนึกภาพทางคณิตศาสตร์เป็นสะพานเชื่อมระหว่างร่างกาย จิตใจ และจิตวิญญาณ เป็นการรับรู้ของประสาทสัมผัสทั้งห้า ที่จะช่วยจดจำเนื้อหาหรือสิ่งต่าง ๆ และสามารถสะท้อนความเข้าใจออกมาเป็นภาพ เพื่อสื่อความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ใช้จินตนาการในการมองวัตถุหรือภาพสามมิติแล้วสร้างตัวแทนเพื่อบรรยายให้เห็นภาพ สื่อสารข้อมูลในมุมมองใหม่ด้วยการวาดรูป [3]

รูปเรขาคณิตสามมิติเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับการนึกภาพ ครูจึงควรจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นการเรียนที่ทำให้เกิดภาพเสมือนจริงและเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตกับชีวิตจริง ควรให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพ ความรู้สึกเชิงปริภูมิและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ [4] รวมทั้งแนวคิดของ Chevapansri [5] ที่กล่าวว่าสิ่งที่ทำให้เกิดการเรียนรู้มาจากประสบการณ์ภายนอกจากสัมผัสทั้งห้า หากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้ประสบการณ์ตรงผ่านการลงมือปฏิบัติจะสามารถพัฒนาด้านการนึกภาพได้ ซึ่งหากต้องการส่งเสริมด้านความคิดหรือการนึกภาพนั้นต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง

การจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract: CPA เป็นแนวทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ตามแนวคิด CPA ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งที่เป็นรูปธรรมและเชื่อมโยงเข้าสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม นักเรียนจะได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ลงมือปฏิบัติจริง สัมผัสกับเรขาคณิตผ่านสิ่งของจริง ซึ่งทำให้นักเรียนอยากเรียนรู้เรขาคณิตมากขึ้นและตระหนักถึงความสำคัญของเรขาคณิตในชีวิตจริง จากนั้นพัฒนาไปสู่การวาดภาพหรือวาดโมเดลแทนของจริงที่เคยสัมผัส และสุดท้ายคือ นักเรียนรู้จักการแปลงภาพหรือโมเดลที่รู้จักแล้วก่อนหน้านี้มาเป็นหลักการของรูปเรขาคณิตสามมิติ [6] ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถใช้และปรับความรู้ให้เหมาะสม

กับสถานการณ์และบริบทในชีวิตประจำวันได้ในระหว่างการทำกิจกรรม นักเรียนจะได้รับคำแนะนำในการค้นพบหลักการของรูปเรขาคณิตสามมิติ มีการสื่อสารและแบ่งปันความเข้าใจของตนเองโดยใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม โดยครูจะได้รับบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกที่คอยแนะนำให้นักเรียนมีความเข้าใจในสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปเป็นนามธรรม โดยการใช้สื่อและให้ข้อเสนอแนะที่เหมาะสมแก่นักเรียน [7] ซึ่ง Hoong, Kin, และ Pien [8] ได้กล่าวถึงขั้นของแนวคิด CPA ว่ามี 4 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง (Guided explication) ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ (Exploratory familiarization) ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge classification) และขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน (Concept reification)

การเชื่อมโยงจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมเข้าสู่สิ่งที่เป็นนามธรรมนั้น ชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต นับว่าเป็นสื่อรูปธรรมที่มีความเหมาะสมกับการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ทั้งในขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ ทำให้นักเรียนได้ประกอบเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้หลากหลายรูปแบบ และทำให้ทราบส่วนประกอบต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ รวมถึงสร้างสรรค์รูปทรงหรือแบบจำลองอย่างอิสระไร้ข้อจำกัด ทำให้นักเรียนได้สัมผัสกับคณิตศาสตร์ผ่านสิ่งของจริง ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ ทำให้นักเรียนสามารถวาดภาพแทนของจริงที่เคยสัมผัส และในขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน ช่วยให้นักเรียนสามารถบอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นได้ [9]

ผู้วิจัยเห็นความสำคัญและมีความสนใจที่จะพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผลการสอบ O-net ในเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติที่สูงขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

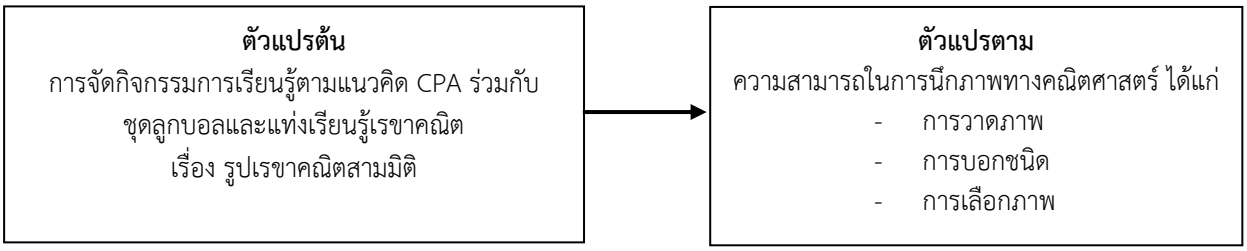
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ Hoong, Kin, และ Pien [8] ได้กล่าวถึงขั้นของแนวคิด CPA ว่ามีอยู่ 4 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้และขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน

ชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เป็นสื่อการเรียนรู้รูปเรขาคณิต ที่สามารถประกอบเป็นรูปเรขาคณิตได้ทั้งสองมิติและสามมิติ ทำให้เห็นโครงสร้างของรูปเรขาคณิต รวมถึงสร้างสรรค์รูปเรขาคณิตหรือแบบจำลองแบบอิสระไร้ข้อจำกัด โดยมีตัวอย่างดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 ตัวอย่างชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต

การวิจัยนี้ได้ประยุกต์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ Hoong, Kin, และ Pien [8] มาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับ ชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต ในเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ เพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพของนักเรียน โดยในขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง เป็นขั้นที่ครูใช้สื่อรูปเรขาคณิตสามมิติที่เป็นทรงตันให้นักเรียนศึกษาลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ และครูอธิบายการต่อรูปเรขาคณิตสามมิติโดยใช้ชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ

เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนต่อชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เป็นรูปเรขาคณิตชนิดต่าง ๆ ให้มากกว่าที่สุดและวาดภาพลงในใบกิจกรรม พร้อมทั้งสำรวจลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ เพื่อสร้างความคุ้นเคยและมีความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตมากขึ้น ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนวาดภาพ บอกชนิด และเลือกภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ และ ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสิ่งที่ได้เรียนรู้จากขั้นที่ 1 ถึง ขั้นที่ 3 เพื่อนำไปสู่หลักการของรูปเรขาคณิตสามมิติในแต่ละชนิดและเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งของในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะเป็นรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น ซึ่งผู้วิจัยสรุปเป็นกรอบแนวคิดการวิจัย ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 กรอบแนวคิดงานวิจัย

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

4.2 ขอบเขตด้านประชากร

ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านท่าชุม (ประชาอุทิศวิทยาคาร) จำนวน 74 คน และผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนบ้านท่าชุม(ประชาอุทิศวิทยาคาร) จำนวน 25 คน โดยได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง

4.3 ขอบเขตด้านตัวแปรที่ต้องการศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประเมินผลจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ทั้งด้านการวาดภาพ การบอกชนิดและการเลือกภาพ

5. วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ใช้รูปแบบวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นและให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ทำการตรวจสอบคุณภาพ ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ และครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดของเครื่องมือดังต่อไปนี้

5.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 9 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริซึม	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พีระมิด	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ	จำนวน 3 ชั่วโมง

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผล โดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับของลิเคิร์ท โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นในแบบประเมิน พบว่า มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.57 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวม เท่ากับ 0.25 ซึ่งถือว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมมากที่สุดและสามารถนำไปใช้ได้ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ 1) ควรมีการฝึกวาด หรือ จับคู่ พร้อมกับการอธิบาย 2) อธิบายวิธีการแบ่งกลุ่มนักเรียนว่าได้มาอย่างไร 3) แยกจุดประสงค์ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ข้อ

5.1.2 ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีกิจกรรมที่หลากหลาย เริ่มจากการวาดภาพตามรูปเรขาคณิตสามมิติที่นักเรียนต่อชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เป็นรายกลุ่ม แล้วนำข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ระหว่างภาพหน้าตัดของรูปเรขาคณิต เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิต จากนั้นให้นักเรียนทำใบกิจกรรมรายบุคคล ซึ่งจะมี 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ให้นักเรียนวาดภาพรูปเรขาคณิตสามมิติ ภาพหน้าตัดหรือฐานและ ภาพหน้าข้างทุกหน้า ที่ได้จากการต่อชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต พร้อมทั้งระบุชนิดและจำนวนภาพหน้าตัดหรือฐาน และภาพหน้าข้าง ตอนที่ 2 ให้นักเรียนเลือกภาพให้ตรงกับชนิดของรูปเรขาคณิตพร้อมทั้งบอกเหตุผลประกอบ ตอนที่ 3 ให้นักเรียนนำข้อความที่กำหนดให้ อธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ และให้นักเรียนนำภาพของสิ่งของที่อยู่ในชีวิตประจำวันมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในชั้นเรียนและวาดภาพ เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวและมีความสำคัญ ผู้วิจัยนำใบกิจกรรมให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมพร้อมกับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ 1) ปรับใบกิจกรรมที่ 1.1 ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 2) ปรับใบกิจกรรมที่ 4.3 ให้นักเรียนวาดภาพหลากหลายรูปแบบทั้งรูปแบบการต่อโดยชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต รูปส่วนประกอบต่าง ๆ หน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยมีชื่อใบกิจกรรมแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และชื่อใบกิจกรรมแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	ใบกิจกรรม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริซึม จำนวน 2 ชั่วโมง	1. หน้าของฉัน (ปริซึม)
	2. ฉันเป็นอย่างไร (ปริซึม)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พีระมิด จำนวน 2 ชั่วโมง	1. หน้าของฉัน (พีระมิด)
	2. ฉันเป็นอย่างไร (พีระมิด)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม จำนวน 2 ชั่วโมง	1. หน้าของฉัน (ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม)
	2. ฉันเป็นอย่างไร (ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 3 ชั่วโมง	1. ฉันคือใคร
	2. ความสัมพันธ์ฉันและเธอ
	3. รูปของฉัน
	4. บิงโก เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

5.1.3 แบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เป็นรูปแบบอัตนัย จำนวน 20 ข้อ มี 3 ตอน ซึ่งวัดและประเมินผลจากการวาดภาพ การบอกชนิดและการเลือกภาพ โดยในตอนที่ 1 การวาดภาพ การบอกชนิดและการเลือกภาพให้นักเรียนบอกชื่อภาพและกากบาททับรูปเรขาคณิตสามมิติให้ตรงกับภาพของรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้ พร้อมทั้งวาดภาพและบอกจำนวนภาพหน้าตัดหรือฐาน ภาพหน้าข้างให้ถูกต้อง ตอนที่ 2 การวาดภาพและการบอกชนิด ให้นักเรียนบอกลักษณะและจำนวนของหน้าตัดหรือฐาน หน้าข้าง และวาดภาพรูปเรขาคณิตสามมิติตามที่ครูกำหนดให้ และตอนที่ 3 การเลือกภาพให้นักเรียนพิจารณาข้อความแล้วบอกว่าข้อความนั้นเป็นจริงหรือเป็นเท็จ พร้อมแสดงเหตุผลประกอบการตัดสินใจ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) พบว่า แบบทดสอบทุกข้อมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็น 1.00 ซึ่งถือว่ามีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้

5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

5.2.1 ผู้วิจัยปฐมนิเทศนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เป็นผู้มีส่วนร่วมวิจัย เกี่ยวกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ตลอดจนชี้แจงบทบาทครู บทบาทนักเรียนในการเรียน วิธีการวัดและประเมินผล

5.2.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ กับนักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัย ในชั่วโมงสอนตามปกติของโรงเรียน โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งหมด 9 ชั่วโมง และในระหว่างที่ดำเนินการจัดกิจกรรม ผู้วิจัยให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม และทำใบกิจกรรมเป็นรายบุคคล โดยมีตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต

5.2.3 เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครบทั้ง 9 ชั่วโมง ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

5.2.4 ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการเก็บรวมรวมทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

5.3.1 ผู้วิจัยนำผลจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาโดยการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนออกเป็น 3 ด้าน คือ การวาดภาพ การบอกชนิดและการเลือกภาพ ซึ่งในแต่ละด้านแบ่งออกเป็น ด้านละ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1 ระดับ 2 และระดับ 3 ซึ่งผู้วิจัยแบ่งความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนแสดงออกมาในแต่ละระดับดังตารางที่ 2 จากนั้นผู้วิจัยคำนวณเป็นร้อยละของกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับ แล้วรายงานผลในรูปของความถี่ ร้อยละ และความเรียง

ตารางที่ 2 เกณฑ์ระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

ความสามารถรายด้าน	ระดับ	ลักษณะการตอบ
การวาดภาพ	ระดับ 3	วาดภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง
	ระดับ 2	วาดภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติไม่ถูกต้อง แต่วาดหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง
	ระดับ 1	วาดภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติไม่ถูกต้อง แต่วาดภาพหน้าตัดหรือฐานหรือหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
การบอกชนิด	ระดับ 3	บอกชนิด บอกจำนวนหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง
	ระดับ 2	บอกชนิดได้ถูกต้องแต่บอกจำนวนฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
	ระดับ 1	บอกชนิดและบอกจำนวนหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติไม่ถูกต้อง
การเลือกภาพ	ระดับ 3	เลือกภาพหรือจับคู่ภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติและบอกเหตุผลประกอบการตัดสินใจได้ถูกต้อง
	ระดับ 2	เลือกภาพหรือจับคู่ภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง แต่บอกเหตุผลประกอบการตัดสินใจได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
	ระดับ 1	เลือกภาพหรือจับคู่ภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติและบอกเหตุผลประกอบการตัดสินใจได้ถูกต้องเป็นบางส่วน

5.3.2 ผู้วิจัยเปรียบเทียบร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับของความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อดูแนวโน้มของการพัฒนาตามลำดับของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งหากร้อยละของนักเรียนในระดับที่สูงขึ้นมีจำนวนเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้มีการพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ สำหรับผลการวิจัยที่ได้จากแบบทดสอบถือว่าเป็นความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน

5.3.3 ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมของนักเรียนและแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์มาเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องและทิศทางของข้อมูล ด้วยวิธีการสามเส้า (Triangulation) แบบใช้เครื่องมือวิจัยมากกว่าหนึ่งชนิด เพื่อทำการวิเคราะห์และพิจารณาผลการส่งเสริมความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ อย่างไร

6. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จากใบกิจกรรม และหลังจากดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จากแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ผลดังหัวข้อต่อไปนี้

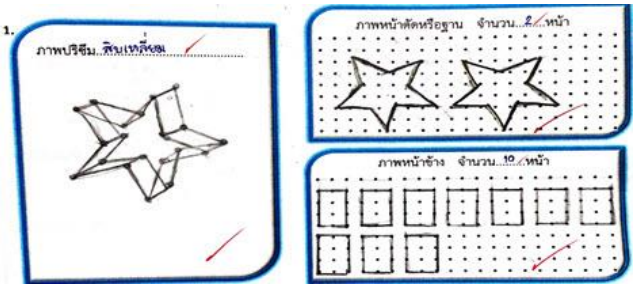
6.1 ผลการวิจัยจากใบกิจกรรม

ผู้วิจัยวิเคราะห์ระดับของความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้ง 4 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งหมดจำนวน 25 คน โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

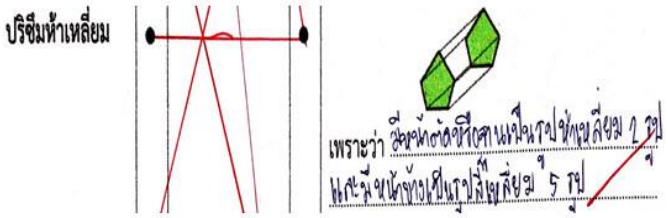
ความสามารถรายด้าน	ระดับความสามารถ	จำนวนนักเรียนที่มีคำตอบอยู่ในแต่ละระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์			
		จำนวนคน (ร้อยละ)			
		แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 (ปริซึม)	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 (พีระมิด)	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 (ทรงกระบอก กรวย ทรงกลม)	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 (รูปเรขาคณิตสามมิติ)
การวาดภาพ	ระดับ 3	14 (56.00)	19 (76.00)	21 (84.00)	22 (88.00)
	ระดับ 2	7 (28.00)	5 (20.00)	4 (16.00)	3 (12.00)
	ระดับ 1	4 (16.00)	1 (4.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
การบอกชนิด	ระดับ 3	20 (80.00)	25 (100.00)	25 (100.00)	25(100.00)
	ระดับ 2	5 (20.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	ระดับ 1	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
การเลือกภาพ	ระดับ 3	19 (76.00)	20 (80.00)	22 (88.00)	22 (88.00)
	ระดับ 2	5 (20.00)	5 (20.00)	3 (12.00)	3 (12.00)
	ระดับ 1	1 (4.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ใบกิจกรรมระหว่างพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จากแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1-4 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับ 3 และมีพัฒนาการของความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านสูงขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการตอบของนักเรียน ดังรูปที่ 4 และ 5



รูปที่ 4 ตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการวาดภาพและการบอกชนิด อยู่ในระดับ 3

จากรูปที่ 4 ความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมที่ 1.2 ฉันเป็นอย่างไร (ปริซึม) จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถวาดภาพปริซึม หน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างปริซึม บอกชนิด และบอกจำนวนหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของปริซึมได้ถูกต้อง



รูปที่ 5 ตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการเลือกภาพอยู่ในระดับ 3

จากรูปที่ 5 ความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมที่ 1.2 ฉันเป็นอย่างไร (ปริซึม) จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถเลือกภาพหรือจับคู่ภาพได้ตรงกับชื่อของรูปปริซึมพร้อมทั้งบอกเหตุผลประกอบการตัดสินใจได้ถูกต้อง

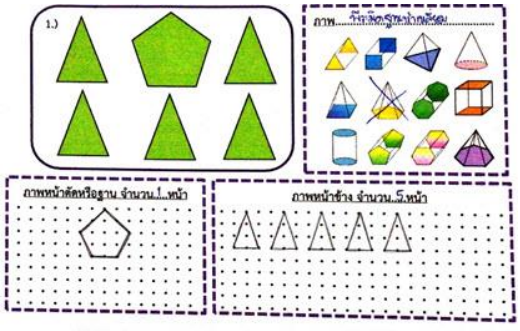
6.2 ผลการวิจัยจากแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยวิเคราะห์ระดับของความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากคำตอบของนักเรียนแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคลของนักเรียนทั้งหมดจำนวน 25 คน จำนวน 20 ข้อ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

ความสามารถรายด้าน	ระดับความสามารถ	จำนวนนักเรียนที่มีคำตอบอยู่ในแต่ละระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์		
		จำนวนคน (ร้อยละ)		
		ปริซึม	พีระมิด	ทรงกระบอก กรวย ทรงกลม
การวาดภาพ	ระดับ 3	23 (92.00)	23 (92.00)	25 (100.00)
	ระดับ 2	2 (20.00)	2 (20.00)	0 (0.00)
	ระดับ 1	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
การบอกชนิด	ระดับ 3	25 (100.00)	25 (100.00)	25 (100.00)
	ระดับ 2	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	ระดับ 1	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
การเลือกภาพ	ระดับ 3	25 (100.00)	22 (88.00)	23 (92.00)
	ระดับ 2	0 (0.00)	3 (12.00)	2 (20.00)
	ระดับ 1	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามร้อยละของความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับ 3 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการตอบของนักเรียน ดังตัวอย่างในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน ที่อยู่ในระดับ 3

ผลการวิจัยระหว่างพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ทั้ง 4 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากใบกิจกรรมและผลการวิจัยหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของใบกิจกรรมและแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์มีความสอดคล้องกัน กล่าวคือ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ทั้งด้านการวาดภาพ บอกชนิด และเลือกภาพ อยู่ในระดับ 3 พร้อมทั้งมีพัฒนาการที่สูงขึ้นตามลำดับ

7. อภิปรายผลการวิจัย

นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เห็นได้จากผลการวิจัยจากใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงโดยใช้สื่อรูปธรรม ได้แก่ สื่อเรขาคณิตสามมิติทรงตัน และชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต ที่ช่วยให้นักเรียนได้สำรวจและต่อเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติด้วยตนเอง สามารถเห็นโครงสร้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างชัดเจน และนำประสบการณ์จากการเรียนรู้ผ่านการต่อชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต นั้นมาแปลเป็นรูปภาพของจริงที่เคยสัมผัส แล้วนำไปสู่หลักการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง รวมถึงการให้นักเรียนได้ทำใบกิจกรรมที่เริ่มจากการให้นักเรียนวาดภาพตามที่ตนเองต่อและหน้าทุกหน้าของรูปเรขาคณิตสามมิติก่อนแล้วจึงให้นักเรียนสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตแต่ละชนิด จนสามารถเข้าใจลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติแล้วจึงให้นักเรียนวาดโดยแยกหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้าง พร้อมทั้งบอกชื่อและจำนวนหน้าต่าง ๆ จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้น ซึ่งการใช้กระดาษจุดจะช่วยให้นักเรียนสามารถวาดภาพได้อย่างถูกต้องและในส่วนของการเลือกภาพจะช่วยตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนมากขึ้น โดยเฉพาะนักเรียนที่ไม่ถนัดในการวาดภาพ และการให้นักเรียนได้บอกเหตุผลประกอบการตัดสินใจ จะช่วยให้ครูได้ทราบแนวคิดของนักเรียนมากขึ้น ซึ่งส่วนของนักเรียนที่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 คือ นึกถึงภาพของรูปเรขาคณิต วิเคราะห์รูปเรขาคณิตต่าง ๆ ในจินตนาการ เพื่อสื่อสารความคิดออกมาเป็นรูปธรรมภายนอก เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ ในด้านการวาดภาพ การบอกชนิด และการเลือกภาพได้อย่างถูกต้อง ดังนั้น แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต สามารถส่งเสริมความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ได้ สอดคล้องกับทฤษฎีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ Active learning ของ Phirttikun [10] ได้กล่าวว่า การให้นักเรียนสร้างความรู้ให้เกิดขึ้นในตนเอง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ กระตุ้น หรืออำนวยความสะดวกให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความหมายและนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับแนวคิดของ Santoro [11] ได้กล่าวถึง กิจกรรมปฏิบัติ (Hands-on activities) เป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ได้สัมผัสและเรียนรู้จากการทดลองทำจริง ทำให้นักเรียนเข้าใจจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม ทั้งนี้การใช้กิจกรรมปฏิบัติยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่ลึกซึ้ง มากกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเดิมและสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Janhom, Viriyapong, และ Supap [12] ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA โดยเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติร่วมกับการใช้สื่อรูปธรรมที่เป็นผักและผลไม้ที่เป็นรูปปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวยและทรงกลม ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้นจนนำไปสู่การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Wanthamat และ Supap [13] ที่พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริงร่วมกับการใช้รูปจำลองสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ จากสื่อรูปธรรม จนสามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจน และส่งผลให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดเรื่อง การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

8. ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้สรุปแนวคิดและข้อเสนอแนะจากการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

8.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต ในขั้นอธิบายชี้แจงแนวทางควรเน้นให้นักเรียนได้ลงมือสำรวจสื่อเรขาคณิตสามมิติทุกคน เนื่องจากเป็นขั้นตอนแรกและนักเรียนต้องนำความรู้ไปใช้ในขั้นต่อไป ซึ่งหากนักเรียนไม่เข้าใจตั้งแต่ขั้นแรกจะทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าถึงหลักการของรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิดได้ รวมถึงควรมีการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอว่านักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจตามที่ผู้วิจัยวางแผนไว้แล้วจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นต่อไป เพื่อให้นักเรียนเกิดความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ได้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

8.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงปริภูมิ (Spatial reasoning) เนื่องจากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นอกจากนักเรียนจะแสดงความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์แล้ว ยังต้องอาศัยการให้เหตุผลเกี่ยวกับมิติสัมพันธ์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนเพื่อให้ได้ข้อมูลของแนวคิดที่ชัดเจนขึ้น ซึ่งช่วยส่งเสริมให้เกิดทักษะการให้เหตุผลเชิงปริภูมิได้

เอกสารอ้างอิง

[1] National Educational Testing Institute. (2019). **O-net exam announcement and report.** [online]. Available: http://www.newonetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx Retrieved May 20, 2020.

[2] Yodfai-in, K. (2014). “Effect of organizing mathematics learning activities using phases-methods combination model and strategies for advancing mathematical thinking on mathematical reasoning and visualization abilities of ninth grade students.” **An Online Journal of Education.** 9(3), 1-15. (in Thai)

[3] Khositdun, D. (2018). “The visualization ability of three-dimensional geometric cross-sections of the elementary students.” **Pathumthani University Academic Journal.** 10(1), 92-100. (in Thai)

[4] The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2003). **Spatial sense**. Bangkok: S.P.N Printing. 2-3. (in Thai)

[5] Chevapansri, K. (2005). “Brain and learning.” **Moh-Chao-Ban**. 27(317), 17-26. (in Thai)

[6] Burananit, J. (2017). **Concrete Pictorial Abstract: CPA is building math basics in children**. [online]. Available: https://medium.com/opencurriculum/ Retrieved July 22, 2020. (in Thai)

[7] Hui, C. S., Hoe, L. N., & Lee, K. P. (2017). **Teaching and learning with concrete pictorial abstract sequence: A proposed model.** [online]. Available: http://hdl.handle.net/10497/18838 Retrieved July 13, 2020.

[8] Hoong, L. Y., Kin, H. W., & Pien. C. L. (2015). **Concrete pictorial abstract: Surveying its origins and charting its future.** [online]. Available: http://hdl.handle.net/10497/18889 Retrieved July 13, 2020.

[9] Edx education. (2020). **Stick and ball geometry kit.** [online]. Available: https ://www.sci4kid.com/ product/ Retrieved June 11, 2020. (in Thai)

[10] Phirttikun, S. (2012). “Quality of students derived from active learning process.” **Journal of educational administration Burapha University.** 6(2), 5-7. (in Thai)

[11] Santoro, A. M. (2004). **Manipulatives: A hands-on.** [online]. Available: https://www.naesp.org/sites/ default/files/resources/2/Principal/2004/N-Dp28.pdf Retrieved July 12, 2020.

[12] Janhom, P., Viriyapong, R., & Supap, W. (2019). “The development of mathematical concept with learning activities based on Concrete Pictorial Abstract: CPA approach on two-dimensional and three-dimensional geometry for 7 grade students.” **Journal of education Naresuan University.** 22(4), 149-159. (in Thai)

[13] Wanthamat, C., & Supap, W. (2014). “The development of hands-on learning activities integrated with the rectangular model to enhance mathematical concepts in addition, subtraction, multiplication and division of fractions for 5 grade students.” Master’s thesis, Naresuan University, 102. (in Thai)