



กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมา
กับการพัฒนาความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
Process of Organizing Learning Activity Using Metaphorical Thinking and Development
of Mathematical Representation Ability of Secondary School Students

ธัญวรัตน์ สมทรัพย์¹ และ อัมพร ม้าคนอง^{2*}
Tanvarat Somsup¹ and Aumporn Makanong^{2*}

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมา 2) เปรียบเทียบความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมากับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 3) ศึกษาพัฒนาการความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 36 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมา แบบวัดความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินลักษณะการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมา มีความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมา มีความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมา มีพัฒนาการของความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในทางที่ดีขึ้น

คำสำคัญ : การคิดเชิงอุปมา, ความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์

¹ นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Graduate Student of Mathematics Education Division, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University E-mail: tanvarat.somsup@gmail.com

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Lecturer of Mathematics Education Division, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University E-mail: aumpom.m@chula.ac.th

* Corresponding author

Abstract

The purposes of this research were 1) to compare the mathematical representation ability of students before and after being taught through organizing mathematics learning activities using metaphorical thinking, 2) to compare the mathematical representation ability of the students after these activities with a criterion of 70% of the full score, and 3) to study the development of the mathematical representation ability of the students during learning activities using metaphorical thinking. The representative sample group were 36 seventh grade students. The data collection instruments included a pre-test and post-test of the students' mathematical representation ability, a mathematical representation characteristics assessment form, and an interview. The data were analyzed by arithmetic mean, standard deviation, *t*-test, and content analysis. The results of the research revealed that 1) the mathematical representation ability of the students after being taught through organizing mathematics learning activities using metaphorical thinking was higher than at the pre-learning stage at the .05 level of significance, 2) the mathematical representation ability of the students after engaging in organizing mathematics learning activities using metaphorical thinking was higher than the criterion of 70% of the full score at the .05 level of significance, and 3) the mathematical representation ability of the students learning through organizing mathematics learning activities using metaphorical thinking had been improved in a positive direction.

Keywords: metaphorical thinking, mathematical representation ability

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยเหตุผล กระบวนการคิดและการแก้ปัญหา จึงเป็นวิชาที่ช่วยพัฒนาให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล มีการคิดอย่างเป็นระบบและมีวิจารณญาณ ตลอดจนมีทักษะในการแก้ปัญหา อีกทั้งคณิตศาสตร์ยังเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานที่สำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศและพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงมีความจำเป็นที่ต้องพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีความทันสมัยสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจและสังคม รวมถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ผ่านมายังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ หรือ O-NET (Ordinary National Education Testing) ของสำนักทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ จากผลการประเมินในปี 2562 ที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนทั่วประเทศมีคะแนนเฉลี่ยในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ค่อนข้างต่ำ มีคะแนนไม่ถึงร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม โดยในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 26.73 และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 25.41 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2562) และผลการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ริเริ่มโดยองค์การเพื่อ

ความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) เป็นการประเมินนักเรียน อายุ 15 ปี ซึ่งในคณิตศาสตร์เป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการแสดงออกและความเข้าใจในบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลก เพื่อตัดสินใจประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์กับโลกในชีวิตจริง พบว่า นักเรียนไทยมีผลการประเมินต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติทุกครั้ง และจากสามด้านที่มีการประเมิน พบว่า ด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์มีคะแนนต่ำที่สุด ซึ่งใน PISA 2018 นักเรียนไทย มีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 419 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประเทศที่เข้าร่วมการประเมินซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 489 คะแนน (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ, 2564)

จากข้อมูลการประเมินทั้งในระดับชาติและระดับนานาชาติข้างต้น ทำให้สังเกตได้ว่า นักเรียนไทยมีผลการประเมินทางคณิตศาสตร์ยังไม่ดีเท่าที่ควร การสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ง่าย ๆ ใกล้ตัว เพื่อให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ยังมีไม่มากเท่าที่ควร ทั้งที่ประเด็นดังกล่าวได้รับการยอมรับว่ามีความสำคัญและควรพัฒนาให้กับผู้เรียนทุกคน (อัมพร ม้าคอง, 2553) จึงควรส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น พัฒนาการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาให้มีศักยภาพสูงขึ้นในอนาคต

อย่างไรก็ตาม สาเหตุที่นักเรียนจำนวนมากไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ สาเหตุหนึ่งที่พบมาก คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจากผลการวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและข้อบกพร่องในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า ความผิดพลาดที่พบมาก คือ ความผิดพลาดในการเปลี่ยนรูป กล่าวคือ นักเรียนไม่สามารถเปลี่ยนจากประโยคภาษามาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปแก้ปัญหาได้ และนักเรียนยังมีข้อผิดพลาดในส่วนการตีความจากโจทย์ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้เห็นว่าทักษะการใช้ตัวแทนของนักเรียนยังไม่เพียงพอ นำไปสู่การแก้ปัญหาที่ผิดพลาด จึงควรส่งเสริมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะในด้านนี้

ทักษะการใช้ตัวแทน (representation) ถือเป็นทักษะกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างมาก สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics, 2000a; 2000b) ได้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะการใช้ตัวแทน ว่าการใช้ตัวแทนเป็นศูนย์กลางของการเรียนคณิตศาสตร์ การใช้ตัวแทนที่หลากหลายจะทำให้ นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจในความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง และสามารถหาความสัมพันธ์ในสิ่งที่สร้างขึ้นหรือสามารถเปรียบเทียบสิ่งต่าง ๆ ได้ ซึ่งตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ วัตถุจริง การวาดภาพ แผนภูมิ กราฟ ตารางและสัญลักษณ์ และได้อธิบายบทบาทของครูในการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการใช้ตัวแทนของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นว่า ครูสามารถพัฒนาการใช้ตัวแทนที่หลากหลายได้อย่างเหมาะสม โดยให้นักเรียนคิดหาวิธีการใช้ตัวแทนเพื่อสนับสนุนการคิดและการสื่อสารความคิดของนักเรียน ซึ่งครูจะช่วยให้ นักเรียนพัฒนาการใช้ตัวแทนได้โดยรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนผ่านการถามคำถาม และพยายามทำความเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนพยายามสื่อสารด้วยการวาดรูปหรือการเขียน

จากความสำคัญของความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มากขึ้น สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ และเห็นประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้พบแนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงอุปมา ซึ่งเป็นเทคนิคการคิดอย่างนุ่มนวลที่เชื่อมโยงระหว่างสองสิ่งใหญ่ ๆ ทางความหมายที่แตกต่างกัน โดยจิตใจของมนุษย์มีแนวโน้มที่จะมองหาความเหมือน การฝึกการคิดเชิงอุปมาช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงและพัฒนารูปแบบและความสัมพันธ์ควบคู่ไปกับภาษาตลอดจนสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนด และช่วยเพิ่มการประสานงานระหว่างสมองซีกขวาและซีกซ้ายจึงทำให้สามารถเข้าใจข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งนักวิจัยมีการระบุว่าความคิดเชิงอุปมาเป็นความสามารถของแต่ละบุคคลในการเชื่อมโยงข้อมูลปัจจุบันกับสิ่งที่เก็บไว้แล้วในหน่วยความจำ และการคิดเชิงอุปมามีความเชื่อมโยงกับโครงสร้างความรู้ความเข้าใจ ซึ่งสามารถพัฒนาโดยการสร้างความเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ มีการค้นหารูปแบบที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ระบุกฎโดยการจำแนก จัดหมวดหมู่หรือจัดจำรูปแบบ และประยุกต์สิ่งที่เรียนรู้จากบริบทหนึ่งไปสู่อีกบริบทหนึ่ง (Navaneethan & Kamalanabhan, 2016) นอกจากนี้ การคิดเชิงอุปมาช่วยในการทำความเข้าใจ โดยเป็นแนวคิดที่ใช้การเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับแนวคิดที่นักเรียนคุ้นเคยในชีวิตประจำวัน นักเรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดที่เขาเรียนรู้ด้วยแนวคิดที่คุ้นเคยในเชิงเปรียบเทียบ และสามารถแสดงออกซึ่งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ด้วยภาษาของตนเอง ทำให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดของผู้เรียน (Hendriana, 2017) และการคิดเชิงอุปมาสามารถช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งการใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมา ช่วยให้นักเรียนค้นพบวิธีการแก้ปัญหาในบริบทการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยมีตัวชี้วัดการคิดเชิงอุปมา คือ สามารถเชื่อมแนวคิดที่แตกต่างกันสองแนวคิดเชื่อมโยงความคิดที่แตกต่างกับความรู้ก่อนหน้านี้ สร้างแบบจำลอง วิเคราะห์โดยอธิบายถึงความคล้ายคลึงกันของสองแนวคิด สรุปข้อมูลจากสิ่งที่ทำและการนำผลลัพธ์ที่ได้รับไปใช้กับปัญหาที่เกิดขึ้น (Febriyanti & Wulandari, 2020)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงอุปมา พบบางงานวิจัยของ Haidar and Jahring (2020) ได้ศึกษาโดยกำหนดบริบทปัญหาในรูปแบบของการอุปมาของแนวคิดจากนั้นให้นักเรียนระบุแนวคิดที่มีอยู่ในปัญหาและสร้างอุปมาอื่น ๆ จากแนวคิดนั้นโดยในการระบุแนวคิดนักเรียนต้องเชื่อมโยงความคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการแสดงผ่านรูปภาพ ตาราง กราฟทางคณิตศาสตร์ นิพจน์หรือข้อความที่เขียนอื่น ๆ และอภิปรายนำเสนอความคิดทางคณิตศาสตร์ที่พวกเขาสร้างขึ้น พบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้นและมีความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น นอกจากนี้ Febriyanti and Wulandari (2020) ได้ศึกษาความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ด้วยวิธีการคิดเชิงอุปมา โดยมีตัวชี้วัด ได้แก่ เชื่อมแนวคิดที่แตกต่างกันสองแนวคิด (connect) เชื่อมโยงความคิดที่แตกต่างกับความรู้ก่อนหน้านี้ (relate) สร้างแบบจำลอง (explore) วิเคราะห์โดยอธิบายถึงความคล้ายคลึงกันของสองแนวคิด (analyze) สรุปข้อมูลจากสิ่งที่ทำ (transform) และการนำผลลัพธ์ที่ได้รับไปใช้กับปัญหาที่เกิดขึ้น

(experience) พบว่า รูปแบบการเรียนรู้ด้วยวิธีการคิดเชิงอุปมา มีผลต่อความสนใจของนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจนำแนวคิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดเชิงอุปมา มาปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจาก มีความเหมาะสมที่จะนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ การคิดเชิงอุปมาสามารถนำมาใช้สอนเนื้อหา สอนการดำเนินการในการแก้ปัญหา และสามารถอธิบายวิธีการคิดเปรียบเทียบคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยภาษาของนักเรียนเองได้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์มากขึ้น เห็นความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์กับสิ่งรอบตัว ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ และสามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ดียิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษากระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมากับการพัฒนาความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยศึกษากับเนื้อหาเรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมา เพราะมีตัวอย่างที่หลากหลาย สามารถคิดหาความสัมพันธ์กับความรู้ในชีวิตประจำวันได้ รวมถึงเป็นเนื้อหาที่สามารถแสดงความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายได้ โดยผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และครูคณิตศาสตร์ที่จะนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดเชิงอุปมา ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมา
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
3. เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

วิธีการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา (The One-group Pretest-posttest Time-series Design) ที่ประกอบด้วย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 กลุ่ม

1. การเลือกประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

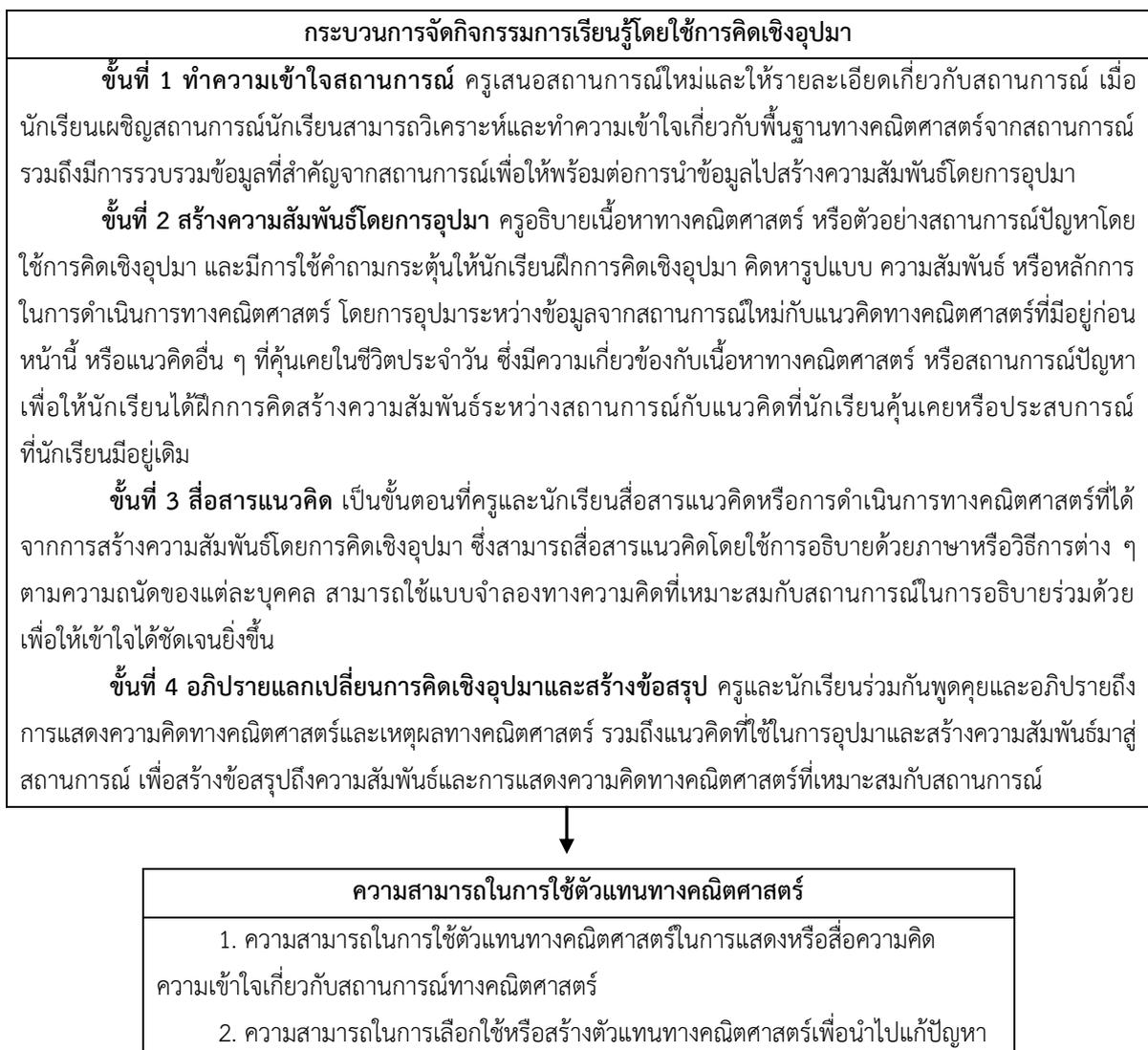
ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 27 ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกโดยใช้เทคนิคการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 36 คน ที่มีลักษณะความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และศึกษาอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ร้อยเอ็ด เขต 27 ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ และมีบริบทแวดล้อมเหมาะกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูและผู้บริหารมีความสนใจในการทำวิจัยและให้ความร่วมมือในการทำวิจัย

2. กรอบแนวคิดการวิจัย ผู้วิจัยศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง และพัฒนากรอบแนวคิดการวิจัย ดังภาพ 1

ภาพ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย



3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การคิดเชิงอุปมา เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยผู้วิจัยจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 16 แผน ระยะเวลา 16 คาบ คาบเรียนละ 55 นาที

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

3.2.1 แบบวัดความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบวัดที่มีเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วในชั้นประถมศึกษาและชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 แบ่งเป็นกลุ่มเนื้อหา ดังนี้ เศษส่วนและทศนิยม จำนวนเต็มและเลขยกกำลัง อัตราส่วนและร้อยละ รูปเรขาคณิตและเส้นขนาน และการนำเสนอข้อมูล แบบวัดความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เป็นแบบอัตนัย จำนวน 2 ฉบับ คือ แบบวัดความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบวัดคู่ขนาน แต่ละฉบับแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 วัดองค์ประกอบที่ 1 คือ ความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการแสดงหรือสื่อความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และตอนที่ 2 วัดองค์ประกอบที่ 2 คือ ความสามารถในการเลือกใช้หรือสร้างตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปแก้ปัญหา โดยผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและระดับความยากของภาษาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และนำไปทดลองกับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกลุ่มตัวอย่าง พบว่า แบบวัดความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนที่นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง มีค่าความเที่ยง 0.74 ค่าความยาก (p) 0.53 – 0.78 ค่าอำนาจจำแนก (r) 0.23 – 0.66 และ แบบวัดความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียนที่นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง มีค่าความเที่ยง 0.84 ค่าความยาก (p) 0.54 – 0.74 ค่าอำนาจจำแนก (r) 0.21 – 0.78 สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1

เกณฑ์การให้คะแนน ตอนที่ 1 ความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการแสดงหรือสื่อความคิดและความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มเนื้อหาเศษส่วนและทศนิยม และกลุ่มเนื้อหาอัตราส่วนและร้อยละ

กลุ่มเนื้อหา : เศษส่วนและทศนิยม อัตราส่วนและร้อยละ		
ด้าน	ระดับคะแนน	ลักษณะคำตอบ
ด้านที่ 1 การใช้ตัวแทนทาง คณิตศาสตร์ได้อย่าง หลากหลาย	3	นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่สามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้ แตกต่างกัน 4 ตัวแทนขึ้นไป
	2	นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่สามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้ แตกต่างกัน 2-3 ตัวแทน
	1	นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่สามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้ 1 ตัวแทน
	0	นักเรียนไม่ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์หรือสื่อความคิด

ตาราง 1 (ต่อ)

เกณฑ์การให้คะแนน ตอนที่ 1 ความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการแสดงหรือสื่อความคิดและความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มเนื้อหาเศษส่วนและทศนิยม และกลุ่มเนื้อหาอัตราส่วนและร้อยละ

ด้าน	ระดับคะแนน	ลักษณะคำตอบ
ด้านที่ 2 การใช้ตัวแทนทาง คณิตศาสตร์อย่าง เหมาะสม	3	นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์หรือสื่อความคิดได้อย่างเหมาะสมโดยสามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้ทุกตัวแทน
	2	นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์หรือสื่อความคิดได้อย่างเหมาะสมโดยสามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้บางตัวแทน
	1	นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์หรือสื่อความคิดไม่เหมาะสม ไม่สามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้ทุกตัวแทน
	0	นักเรียนไม่ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์หรือสื่อความคิด

ตาราง 2

เกณฑ์การให้คะแนน ตอนที่ 1 ความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการแสดงหรือสื่อความคิดและความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มเนื้อหาจำนวนเต็มและเลขยกกำลัง กลุ่มเนื้อหารูปเรขาคณิตและเส้นขนาน และกลุ่มเนื้อหาการนำเสนอข้อมูล

ด้าน	ระดับคะแนน	ลักษณะคำตอบ
ด้านที่ 1 การใช้ตัวแทนทาง คณิตศาสตร์ได้อย่าง หลากหลาย	3	นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่สามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้แตกต่างกัน 3 ตัวแทนขึ้นไป
	2	นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่สามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้แตกต่างกัน 2 ตัวแทน
	1	นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่สามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้ 1 ตัวแทน
	0	นักเรียนไม่ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์หรือสื่อความคิด
ด้านที่ 2 การใช้ตัวแทนทาง คณิตศาสตร์อย่าง เหมาะสม	3	นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์หรือสื่อความคิดได้อย่างเหมาะสมโดยสามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้ทุกตัวแทน
	2	นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์หรือสื่อความคิดได้อย่างเหมาะสมโดยสามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้บางตัวแทน
	1	นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์หรือสื่อความคิดไม่เหมาะสม ไม่สามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้ทุกตัวแทน
	0	นักเรียนไม่ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์หรือสื่อความคิด

ตาราง 3

เกณฑ์การให้คะแนน ตอนที่ 2 ความสามารถในการเลือกใช้หรือสร้างตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปแก้ปัญหา

ด้าน	ระดับคะแนน	ลักษณะคำตอบ
ด้านที่ 1 การใช้หรือสร้าง ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างเหมาะสม	2	นักเรียนเลือกใช้หรือสร้างตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์หรือสื่อความคิดได้อย่างเหมาะสมโดยสามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้
	1	นักเรียนเลือกใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์หรือสื่อความคิดได้ไม่เหมาะสม ไม่สามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้
	0	นักเรียนไม่ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์หรือสื่อความคิด
ด้านที่ 2 การนำตัวแทนทาง คณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหา	2	ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเลือกใช้หรือสร้างขึ้นนั้น นำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์
	1	ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเลือกใช้หรือสร้างขึ้นนั้น นำไปสู่การแก้ปัญหาได้เพียงบางส่วน
	0	ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเลือกใช้หรือสร้างขึ้นนั้น นำไปสู่การแก้ปัญหาไม่ได้ หรือ นักเรียนไม่ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เลย

3.2.2 แบบประเมินลักษณะการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ใช้ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยแบบประเมินลักษณะการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวเป็นแบบประเมินในคาบเรียน มีเนื้อหาสอดคล้องกับการเรียนเรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ใช้เวลา 15 นาที ซึ่งมีลักษณะคำถามสัมพันธ์กับองค์ประกอบการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 องค์ประกอบ ได้แก่ ความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการแสดงหรือสื่อความคิดและความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ และ ความสามารถในการเลือกใช้หรือสร้างตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปแก้ปัญหา จำนวน 2 ข้อ รวมเป็น 4 ข้อ เก็บข้อมูลจำนวน 3 ครั้ง ซึ่งเป็นการวัดในคาบเรียนที่ 5 10 และ 15 เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระหว่างเรียน

3.2.3 แบบสัมภาษณ์ ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมจากการตอบคำถามในแบบประเมินลักษณะการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้รายละเอียดของพฤติกรรมการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ชัดเจนยิ่งขึ้น และนำข้อมูลมาประกอบวิเคราะห์ความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน โดยผู้วิจัย สัมภาษณ์ 3 ครั้ง หลังการใช้แบบประเมินลักษณะการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ในคาบเรียนที่ 5 10 และ 15 ซึ่งในแต่ละครั้งผู้วิจัยจะทำการเลือกนักเรียนที่มีความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์สูงที่สุดจำนวน 3 คน จากนักเรียนในกลุ่มระดับดี ปานกลาง และปรับปรุงรวมทั้ง 9 คน ในแต่ละครั้ง เพื่อศึกษาวิธีคิดของนักเรียน

4. การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง โดยแบ่งเป็น ชั้นเตรียมการและชั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

4.1 ชั้นเตรียมการ

4.1.1 ผู้วิจัยจัดทำแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดเชิงอุปมา เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ แบบวัดความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินลักษณะการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์ พร้อมทั้งจัดเตรียมเอกสารประกอบการเรียน สื่อการสอน และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมา เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

4.1.2 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน และฉบับหลังเรียนไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำมาคัดเลือกตามเกณฑ์ และปรับปรุงแบบวัดให้มีคุณภาพในการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4.2 ชั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

4.2.1 ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ โดยใช้เวลา 55 นาที จากนั้นตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ได้กำหนดไว้และนำผลการตรวจให้คะแนนมาวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้มาใช้แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในระดับดี ระดับปานกลาง และระดับปรับปรุง โดยเกณฑ์การแบ่งกลุ่มมีดังนี้ กลุ่มที่มีความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในระดับดี คือนักเรียนที่ได้คะแนนรวม 40 คะแนนขึ้นไป กลุ่มที่มีความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง คือนักเรียนที่ได้คะแนนรวม 31 – 39 คะแนน กลุ่มที่มีความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในระดับปรับปรุง คือนักเรียนที่ได้คะแนนรวมน้อยกว่า 31 คะแนน

4.2.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ตามคาบเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐานปกติของนักเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 16 คาบ คาบเรียนละ 55 นาที ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

4.2.3 ในระหว่างการทดลอง คาบเรียนที่ 5 10 และ 15 จะมีการวัดระหว่างเรียน โดยใช้แบบประเมินลักษณะการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้เวลาครั้งละ 15 นาที เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากนั้นผู้วิจัยตรวจแบบประเมินลักษณะการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์และคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์สูงที่สุดจากการตอบคำถามในแบบประเมินลักษณะการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน จากแต่ละกลุ่มระดับโดยรวมทั้งหมด 9 คนในแต่ละครั้ง มาสัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อศึกษาวิธีคิดของนักเรียน ซึ่งอาจไม่ใช่ นักเรียนคนเดิมในการสัมภาษณ์แต่ละครั้ง จากนั้นผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยแบ่งการสรุปผลออกเป็น 2 องค์กรประกอบ แต่ละองค์กรประกอบ

พิจารณา 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 (คาบเรียนที่ 1 – 5) ระยะที่ 2 (คาบเรียนที่ 6 – 10) และระยะที่ 3 (คาบเรียนที่ 11 – 15)

4.2.4 หลังจากที่ได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 16 แผนจนครบ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ โดยใช้เวลา 55 นาที จากนั้นตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ได้กำหนดไว้และนำผลการตรวจให้คะแนนมาวิเคราะห์ข้อมูล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ดังนี้

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยนำคะแนนของนักเรียนมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ SPSS (Statistical Package for Social Science) มีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1) การเปรียบเทียบความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมา ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียน มาคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (*t*-test for paired sample)

2) การเปรียบเทียบความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน มาคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ด้วยการทดสอบค่าที (*t*-test for one sample)

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินลักษณะการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ และการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบประเมินลักษณะการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมา

ผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมา มีความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวมและเมื่อจำแนกตามองค์ประกอบย่อยทั้ง 2 องค์ประกอบ แสดงดังตาราง 4

ตาราง 4

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดเชิงอุปมา ทั้งหมด 36 คน

ตัวแปร/องค์ประกอบ	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t-test	Sig.
		M	SD	M	SD		
ความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์	50	33.67	7.46	39.86	7.09	4.76	.00*
องค์ประกอบที่ 1 ความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการแสดงหรือสื่อความคิด	30	20.22	4.51	24.08	4.29	4.34	.00*
ความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์							
องค์ประกอบที่ 2 ความสามารถในการเลือกใช้หรือสร้างตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปแก้ปัญหา	20	13.44	4.59	15.78	3.70	3.29	.00*

* $p < .05$

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมา มีความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวมและเมื่อจำแนกตามองค์ประกอบย่อยทั้ง 2 องค์ประกอบ แสดงดังตาราง 5

ตาราง 5

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต(M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เปรียบเทียบระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดเชิงอุปมา ทั้งหมด 36 คน

ตัวแปร/องค์ประกอบ	คะแนนเต็ม	ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม	M	SD	t-test	Sig.
องค์ประกอบที่ 1 ความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการแสดงหรือสื่อความคิด	30	21	24.08	4.29	4.32	.00*
ความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์						
องค์ประกอบที่ 2 ความสามารถในการเลือกใช้หรือสร้างตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปแก้ปัญหา	20	14	15.78	3.70	2.89	.00*

* $p < .05$

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมา มีพัฒนาการของความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในทางที่ดีขึ้น ทั้งในภาพรวมและเมื่อจำแนกตามองค์ประกอบย่อยทั้ง 2 องค์ประกอบ นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น ซึ่งเห็นได้ชัดเจนใน ระยะที่ 2 (คาบเรียนที่ 6 – 10) และพัฒนามากขึ้นในระยะที่ 3 (คาบเรียนที่ 11 – 15) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายให้เข้าใจได้ สามารถเขียนอธิบายรายละเอียดของการใช้

ตัวแทนได้ค่อนข้างชัดเจนและอธิบายเหตุผลในการใช้ตัวแทนได้ และนักเรียนสามารถเลือกใช้หรือสร้างตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม สามารถเขียนแสดงความคิดจากสถานการณ์ได้

อภิปรายผล

ผู้วิจัยนำเสนอการอภิปรายผลการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมา พบว่า ความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดเชิงอุปมา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวมและเมื่อจำแนกตามองค์ประกอบย่อยทั้ง 2 องค์ประกอบเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมา มีจุดเน้นในการถ่ายโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับแนวคิดที่นักเรียนคุ้นเคยในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เรียนรู้ใหม่ด้วยแนวคิดที่นักเรียนคุ้นเคยในเชิงเปรียบเทียบ มีการใช้สถานการณ์ที่พบในชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ที่นักเรียนมีอยู่เดิม เพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจและสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น เห็นได้จากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมา ดังนี้

ในขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ มีการส่งเสริมให้นักเรียนเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนจะได้ใช้การวิเคราะห์และทำความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์นั้น รวมถึงรวบรวมข้อมูลที่สำคัญจากสถานการณ์ เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนที่ 2 คือ สร้างความสัมพันธ์โดยการอุปมา มีการคิดหารูปแบบความสัมพันธ์ หรือใช้การเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลจากสถานการณ์ใหม่กับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ก่อนหน้านี้หรือแนวคิดอื่น ๆ ที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวันที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหานั้น โดยครูจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดอยู่เสมอ ซึ่งขั้นตอนนี้ทำให้นักเรียนได้ฝึกการคิดในเชิงเปรียบเทียบและหาแนวทางการคิด โดยนักเรียนจะเริ่มใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการคิด และในขั้นตอนที่ 3 สื่อสารแนวคิด นักเรียนได้ใช้การสื่อสารแนวคิด จากการสร้างความสัมพันธ์โดยการคิดเชิงอุปมา โดยใช้ภาษาและวิธีการของตนเอง ซึ่งนักเรียนมักจะคิดหารูปแบบที่เหมาะสมในการจำลองความคิดของตนเอง เพื่ออธิบายแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจ ซึ่งในขั้นตอนนี้ทำให้นักเรียนได้ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่มากขึ้นในการสื่อสารแนวคิดของตนเอง จากนั้นในขั้นตอนที่ 4 อภิปรายแลกเปลี่ยนการคิดเชิงอุปมาและสร้างข้อสรุป นักเรียนจะได้พูดคุยอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดและเหตุผลเพื่อสร้างข้อสรุปถึงความสัมพันธ์และการแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมจากสถานการณ์ ซึ่งขั้นตอนนี้จะทำให้นักเรียน ได้แลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกัน และได้พบกับตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายจากการสื่อสารแนวคิดของผู้อื่น

ซึ่งสอดคล้องกับ National Council of Teachers of Mathematics (2000a) ที่อธิบายบทบาทของครูในการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการใช้ตัวแทน ว่าครูสามารถพัฒนาการใช้ตัว

แทนที่หลากหลายได้อย่างเหมาะสม โดยให้นักเรียนคิดหาวิธีการใช้ตัวแทนเพื่อสนับสนุนการคิดและการสื่อสารความคิดของนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนพัฒนาการใช้ตัวแทนได้โดยรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนผ่านการถามคำถาม และพยายามทำความเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนพยายามสื่อสารด้วยการวาดรูปหรือการเขียน และสอดคล้องกับ สาวิตรี มูลสุวรรณ (2557) ที่พบว่าครูเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูจะต้องตระหนักและส่งเสริมนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ตัวแทน โดยให้โอกาสนักเรียนในการใช้ตัวแทนที่หลากหลายอย่างเหมาะสม ส่งเสริมการหาวิธีการในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ เพื่อสนับสนุนให้นักเรียนได้ใช้ตัวแทนอย่างมีความหมายผ่านการคิดและการสื่อสาร โดยรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนจากการถามคำถามและพยายามทำความเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนสื่อสาร และฝึกให้นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ โดยฝึกให้นักเรียนได้ฟัง พูด อ่าน และเขียน และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับตัวแทนทางคณิตศาสตร์ประเภทต่าง ๆ ก่อนลงมือแก้ปัญหา เพื่อพัฒนาความเชื่อมั่น ความชำนาญ และความสมบูรณ์ในการใช้ตัวแทนของนักเรียน

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม พบว่า ความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมาหลังเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวมและเมื่อจำแนกตามองค์ประกอบย่อยทั้ง 2 องค์ประกอบ เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมา ซึ่งมีจุดเน้นและขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนดังที่กล่าวในการอภิปรายผลการวิจัยในข้อที่ 1 ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นและผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยคะแนนความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 39.86 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.72 ของคะแนนเต็ม และเมื่อจำแนกตามองค์ประกอบย่อย ในองค์ประกอบที่ 1 ความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการแสดงหรือสื่อความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 24.08 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.26 ของคะแนนเต็ม และในองค์ประกอบที่ 2 ความสามารถในการเลือกใช้หรือสร้างตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 15.78 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.90 ของคะแนนเต็ม

ซึ่งจะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดเชิงอุปมา ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เป็นที่น่าพอใจ โดยมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวมและเมื่อจำแนกตามองค์ประกอบย่อยทั้ง 2 องค์ประกอบ เป็นผลมาจาก เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมา ทำให้นักเรียนได้ฝึกการคิดหาความสัมพันธ์ มีการฝึกคิดหาคำตอบและเหตุผลเพื่อตอบคำถามของครู และได้ฝึกการสื่อสารแนวคิดของตนเองผ่านการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ให้ครูและเพื่อนเข้าใจสิ่งที่ตนเองต้องการแสดง ได้พูดคุยแลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อน ทำให้ได้พบกับตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายมากขึ้น สามารถนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น นอกจากนี้ นักเรียนยังมีความกระตือรือร้นในการเรียน และมีความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้นอีกด้วย อีก

ทั้งนักเรียนยังได้ฝึกใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการตอบแบบประเมินลักษณะการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ จึงทำให้สามารถใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้ดีมากขึ้น

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Haidar and Jahring (2020) ที่ศึกษาวิธีการสอนโดยกำหนดบริบทปัญหา ในรูปแบบของการอุปมาของแนวคิดจากนั้นให้นักเรียนระบุแนวคิดที่มีอยู่ในปัญหาและสร้างอุปมาอื่น ๆ จากแนวคิดนั้นโดยในการระบุแนวคิดนักเรียนต้องเชื่อมโยงความคิดทางคณิตศาสตร์ ด้วยการแสดงผ่านรูปภาพ ตาราง กราฟทางคณิตศาสตร์ นิพจน์หรือข้อความที่เขียนอื่น ๆ และอภิปรายนำเสนอความคิดทางคณิตศาสตร์ ที่พวกเขาสร้างขึ้น พบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้นและมีความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น และสอดคล้องกับ Febriyanti and Wulandari (2020) ที่ได้ศึกษาความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์โดยการใช้รูปแบบการเรียนรู้ด้วยวิธีการคิดเชิงอุปมา โดยมีตัวชี้วัด ได้แก่ เชื่อมแนวคิดที่แตกต่างกันสองแนวคิด (connect) เชื่อมโยงความคิดที่แตกต่างกับความรู้อีกหนึ่ง (relate) สร้างแบบจำลอง (explore) วิเคราะห์โดยอธิบายถึงความคล้ายคลึงกันของสองแนวคิด (analyze) สรุปข้อมูลจากสิ่งที่ทำ (transform) และการนำผลลัพธ์ที่ได้รับไปใช้กับปัญหาที่เกิดขึ้น (experience) ซึ่งพบว่า รูปแบบการเรียนรู้ด้วยวิธีการคิดเชิงอุปมา มีผลต่อความสนใจของนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์

3. ผลการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดเชิงอุปมา พบว่า ความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีพัฒนาการเป็นไปในทางที่ดีขึ้น ทั้งในภาพรวมและเมื่อจำแนกตามองค์ประกอบย่อย ทั้ง 2 องค์ประกอบ โดยผู้วิจัยใช้การสังเกตจากแบบประเมินลักษณะการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ครั้ง และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม เมื่อแบ่งผลการศึกษาออกเป็น 2 องค์ประกอบ โดยในแต่ละองค์ประกอบพิจารณา 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 (คาบเรียนที่ 1 – 5) ระยะที่ 2 (คาบเรียนที่ 6 – 10) และระยะที่ 3 (คาบเรียนที่ 11 – 15) มีรายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการแสดงหรือสื่อความคิด และความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ระยะที่ 1 นักเรียนกลุ่มระดับดีและปานกลางสามารถใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายให้เข้าใจได้ แต่ไม่สามารถอธิบายรายละเอียดและเหตุผลได้ชัดเจน ซึ่งนักเรียนในกลุ่มระดับปรับปรุงไม่สามารถใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายเพื่อสื่อความหมายให้เข้าใจได้ เนื่องจากนักเรียนกลุ่มระดับปรับปรุงมีทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่ดีเท่าที่ควร และขาดประสบการณ์ในการใช้ตัวแทนที่หลากหลาย จึงมักใช้เพียงตัวแทนที่คล้ายคลึงในบทเรียน ในระยะที่ 2 นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นจากระยะที่ 1 อย่างเห็นได้ชัดเจน นักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น มีการใช้ตัวแทนได้อย่างหลากหลาย สามารถสื่อความหมายได้เข้าใจและอธิบายเหตุผลในการใช้ตัวแทนได้ชัดเจนมากขึ้น โดยเห็นได้ชัดในนักเรียนกลุ่มระดับปานกลางและระดับปรับปรุง เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมา ทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนการสร้างความสัมพันธ์ การคิดหารูปแบบที่เหมาะสมในการสื่อสารแนวคิดของตนเอง อภิปรายถึงการแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์และเหตุผล จึงทำให้นักเรียนสามารถเขียนอธิบายได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เริ่มมีการให้เหตุผล และเลือกใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์

เพื่อนำมาสื่อสารแนวคิดของตนเอง และจากการสังเกตของผู้วิจัย นักเรียนมีการใช้ตัวแทนที่หลากหลาย ในการสื่อความหมาย เนื่องจากนักเรียนได้สังเกตจากการแลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อน และได้พบตัวแทนทาง คณิตศาสตร์ที่หลากหลายเพิ่มขึ้น ส่วนในระยะเวลาที่ 3 นักเรียนมีพัฒนาการดีขึ้นจากระยะที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ สามารถใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น มีการใช้ตัวแทนได้อย่างหลากหลาย สามารถเขียนอธิบายรายละเอียดและให้เหตุผลในการใช้ตัวแทนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เนื่องมาจากการที่นักเรียน ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดเชิงอุปมาที่มากขึ้น ซึ่งการฝึกฝนที่มากขึ้นจะช่วยให้ นักเรียนมีความมั่นใจในการแสดงแนวคิดสูงขึ้น กล่าวที่จะใช้ตัวแทนที่หลากหลาย และมีเหตุผลในการเลือกใช้ ตัวแทนมากยิ่งขึ้น

องค์ประกอบที่ 2 ความสามารถในการเลือกใช้หรือสร้างตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปแก้ปัญหา ระยะเวลาที่ 1 นักเรียนกลุ่มระดับปานกลางและปรับปรุง สามารถเลือกใช้หรือสร้างตัวแทนทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปแก้ปัญหาได้ แต่ไม่สามารถแสดงความคิดจากสถานการณ์ได้อย่างชัดเจน โดยมีเพียงนักเรียนในกลุ่ม ระดับดี ที่สามารถเลือกใช้หรือสร้างตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม เนื่องจาก นักเรียนในกลุ่มระดับดี มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างดี ซึ่งในการทำแบบฝึกหัด หรือการสอบ มักต้องใช้การเขียนแสดงวิธีทำอยู่เสมอ ในระยะเวลาที่ 2 นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นจากระยะที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเลือกใช้หรือสร้างตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปแก้ปัญหาได้ดีขึ้น สามารถแสดง ความคิดจากสถานการณ์ได้อย่างชัดเจนมากขึ้น ซึ่งเห็นได้ชัดเจนในนักเรียนกลุ่มระดับปานกลางและกลุ่มระดับ ปรับปรุง นักเรียนสามารถเลือกใช้หรือสร้างตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม นำไปสู่การแก้ปัญหาได้ ในระยะเวลาที่ 3 นักเรียนมีพัฒนาการดีขึ้นจากระยะที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเลือกใช้หรือสร้างตัวแทนทาง คณิตศาสตร์เพื่อนำไปแก้ปัญหาได้ และสามารถแสดงความคิดจากสถานการณ์ได้อย่างชัดเจน จากการสังเกต ของผู้วิจัย นักเรียนส่วนใหญ่เลือกใช้ข้อความในการเขียนแสดงความคิดจากสถานการณ์เพื่อหาคำตอบ เนื่องจากนักเรียนใช้การแสดงวิธีทำในแบบฝึกหัดหรือข้อสอบโดยใช้วิธีเขียนบรรยาย และแสดงวิธีดำเนินการ เช่นนี้เป็นประจำ ทำให้นักเรียนไม่มั่นใจในการใช้รูปแบบอื่นในการแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดเชิงอุปมา มีจุดเน้นในการถ่ายโยงแนวคิดทาง คณิตศาสตร์กับแนวคิดที่นักเรียนคุ้นเคยในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่เรียนรู้ใหม่ด้วยแนวคิดที่นักเรียนคุ้นเคยในเชิงเปรียบเทียบ หากครูต้องการนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การคิดเชิงอุปมาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ครูควรใช้เวลาในการเตรียมการสอนที่มากพอ มีการ เขียนแผนการจัดการเรียนรู้เป็นขั้นตอน ควรศึกษาและทำความเข้าใจขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างละเอียด มีการเตรียมตัวอย่างสถานการณ์ที่หลากหลายและนักเรียนคุ้นเคยซึ่งเกี่ยวข้องกับการเรียน

ในบทเรียน มีการเตรียมคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนฝึกคิดเชิงอุปมา คิดหาความสัมพันธ์ และต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สื่อสารแนวคิด แลกเปลี่ยนการคิดระหว่างกัน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. เมื่อครูนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมาไปใช้ในการเรียนการสอน ในขั้นตอนการสร้างความสัมพันธ์โดยการอุปมา ครูควรอธิบายเนื้อหาหรือตัวอย่างสถานการณ์โดยใช้การคิดเชิงอุปมา และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิดเชิงอุปมาด้วยการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียน ได้ฝึกการคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานการณ์ใหม่กับความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ก่อนหน้านี้ หรือความคิดอื่น ๆ ที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวันที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ หรือตัวอย่างสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

3. เมื่อครูต้องการนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมาไปใช้กับเนื้อหาอื่น ๆ ควรพิจารณาถึงลักษณะของเนื้อหาในเรื่องนั้นว่าเอื้อต่อการใช้การอุปมาเพียงใด มีตัวอย่างสถานการณ์ที่เหมาะสมชัดเจนเป็นรูปธรรมมากน้อยเพียงใด หากใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงอุปมาแล้วจะทำให้สามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้นหรือไม่ โดยในบางเนื้อหาไม่สามารถใช้การคิดเชิงอุปมาได้ หรือบางเนื้อหากการใช้การคิดเชิงอุปมาทำให้การอธิบายเนื้อหาทำได้ยากยิ่งขึ้นไม่เหมาะสมในการนำไปใช้ ครูควรเลือกแนวทางการจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับเนื้อหา

4. หากผู้ที่สนใจต้องการนำแบบวัดความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ไปปรับใช้ ในเนื้อหาเรื่องอื่น ๆ ในการสร้างแบบวัดควรพิจารณาถึงลักษณะของข้อคำถามรวมถึงคำถามย่อยให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่ต้องการนำไปใช้ พิจารณาถึงตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญในเนื้อหานั้น การสร้างแบบวัดตัวแทนทางคณิตศาสตร์จะมีลักษณะเฉพาะ ต้องคำนึงถึงว่าต้องการวัดในแนวคิดหลักเรื่องใด ต้องการให้ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์แทนข้อมูลข้อมูลหนึ่ง หรือแทนทั้งสถานการณ์ ซึ่งควรระวังในการสร้างแบบวัดตัวแทนทางคณิตศาสตร์อย่างมาก หากพิจารณาไม่ละเอียด แบบวัดที่สร้างขึ้นนั้นอาจเป็นการวัดทักษะอื่น ๆ ไม่สามารถใช้วัดความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้ ส่วนเกณฑ์การให้คะแนน ควรศึกษาและปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่ต้องการวัด และลักษณะของข้อคำถามที่สร้างขึ้นในแบบวัดนั้น ๆ โดยไม่สามารถนำเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ไปใช้กับแบบวัดอื่น ๆ หรือข้อคำถามอื่น ๆ ได้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาความสามารถหรือทักษะกระบวนการด้านอื่น ๆ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดเชิงอุปมา เช่น ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เนื่องจาก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดเชิงอุปมา มีการคิดหารูปแบบ ความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูลจากสถานการณ์ใหม่กับความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ก่อนหน้านี้หรือความคิดอื่น ๆ ที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวัน และมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สื่อสารแนวคิดของตนเอง แลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกัน ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2562). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน ปีการศึกษา 2562*. สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กระทรวงศึกษาธิการ. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. 3-คिव มีเดีย.
- สาวิตรี มูลสุวรรณ. (2557). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟไอเอฟไอเอสที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Febriyanti, N. K. S., & Wulandari, I. A. (2020). Mathematics learning interest of elementary school students in using metaphorical thinking learning model. *Journal of Education Technology, 4*(3), 273-278.
- Haidar, I., & Jahring (2020). The effectiveness of metaphorical thinking approach to improve the mathematical representation ability. *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika, 8*(1), 54-61
- Hendriana, H. (2017). Senior high school teachers' mathematical questioning ability and metaphorical thinking learning. *Journal of Mathematics Education, 6*(1), 51-58.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000a). *Principles and standards for school Mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000b). *Accessibility strategies for Mathematics*. Principles and Standards for School Mathematics.
- Navaneedhan, C. G., & Kamalanabhan T. J. (2016). Is metaphorical thinking related to development of cognitive structures among learners. *World Scientific News, 52*, 1-13.