



บทความวิจัย

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ
ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
Effects of Mathematics Learning Activities Using Heuristics Thinking with Visual Learning
Strategies on Mathematical Communication Ability of Lower Secondary Students

นันทยา กงละวัล¹ และ จงกล ทำสวน^{2*}

Nanthiya Konglawan¹ and Jongkol Thamsuan^{2*}

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน 2) เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม 3) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 จำนวน 39 คน โดยใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 15 แผน แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ย ร้อยละ การทดสอบค่าที และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น

คำสำคัญ: การคิดแบบฮิวริสติกส์, กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ, ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

Article Info: Received 6 April, 2024; Received in revised form 2 July, 2024; Accepted 16 July, 2024

¹ นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Master student in Division of Mathematics Education, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University

Email: nanthiya_21@hotmail.com

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Lecturer in Division of Mathematics Education, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University

Email: Jongkol.T@chula.ac.th

* Corresponding Author

Abstract

The purposes of this research were: 1) to compare the mathematical communication ability of students before and after learning using heuristics thinking with visual learning strategies, 2) to compare the mathematical communication ability of students after learning using heuristics thinking with visual learning strategies to the criteria score 60%, and 3) to study the development of the mathematical communication ability of the students taught using heuristics thinking with visual learning strategies. The subjects were 39 seventh grade students in an extra-large school under Secondary Educational Service Area Office 27, which were selected by purposive sampling. The instruments used for research were 15 lesson plans and a mathematical communication ability test. The data were analyzed using arithmetic mean, standard deviation, percentage, t-test, and content analysis. The results of the research reveal that 1) the mathematical communication ability of the students after learning using heuristics thinking with visual learning strategies were higher than those of the students before being taught using heuristics thinking with visual learning strategies at the .05 level of significance, 2) the mathematical communication ability of the students after learning using heuristics thinking with visual learning strategies were not higher than 60% at the .05 level of significance, and 3) the mathematical communication ability of the students learning using heuristics thinking with visual learning strategies improved.

Keywords: heuristics thinking, visual learning strategies, mathematical communication ability

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ และถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน โดยประยุกต์ใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่เอื้อให้นักเรียนเห็นประโยชน์ สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ เกิดความเข้าใจและสามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ระดับสูงขึ้น และใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง (อัมพร ม้าคอง, 2546) ตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

เมื่อพิจารณาการประเมินการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมาพบว่า ผลจากการประเมิน PISA 2018 (Program for International Student Assessment) ซึ่งเป็นโครงการที่เน้นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไทยกลุ่มที่อายุ 15 ปี จำนวน 52.7% มีความสามารถทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับที่ 1 จาก 6 ระดับ ซึ่งหมายความว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามในบริบทที่คุ้นเคย และมีการให้ข้อมูลอย่างครบถ้วน แต่ไม่สามารถตีความ แปลความ รวมถึงใช้สัญลักษณ์แทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่จะนำมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ และนักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ยในด้านคณิตศาสตร์เท่ากับ 419 คะแนน ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (The Organisation for Economic Co-operation and Development) ที่เท่ากับ 489 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) และผลจากการประเมินโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS) ซึ่งดำเนินการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อปี ค.ศ. 2015 แสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์อยู่ที่ 431 คะแนน โดยเป็นคะแนนที่อยู่ในระดับ 1 หรือระดับต่ำ จากทั้งหมด 4 ระดับ ซึ่งต่ำกว่าค่ากลางของการประเมินที่กำหนดไว้ที่ 500 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) และจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขึ้นพื้นฐาน

(Ordinary National Educational Test: O-net) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบวัดความรู้ ความคิดของนักเรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยนำผลการทดสอบไปใช้เป็นองค์ประกอบหนึ่งในการจบหลักสูตร ปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนในโรงเรียน และใช้ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชาติ ทั้งนี้ ในรายงานผลการทดสอบในปีการศึกษา 2564 พบว่า คะแนนเฉลี่ยในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย 36.83 และ 24.47 คะแนน ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2564) จากผลการทดสอบทั้งหมดข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ไม่ดีพอ อีกทั้งยังไม่สามารถตีความ แปลความ ใช้สัญลักษณ์แทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่จะนำมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง และนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ เนื่องจากการตีความ แปลความ และใช้สัญลักษณ์แทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นครูจึงต้องเน้นที่การสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน รวมถึงการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือปัญหาที่ใกล้ตัว ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าและเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (อัมพร ม้าคอง, 2553)

ปัจจุบันเป็นยุคของข้อมูลข่าวสารและการใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ดังนั้นนักเรียนที่จะออกสู่สังคมจะต้องเป็นผู้ที่มีพื้นฐานการใช้ทักษะการสื่อสารแนวความคิดของตนเองร่วมกับคนอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิด อีกทั้งยังเป็นภาษาอย่างหนึ่งที่ใช้สัญลักษณ์ที่รัดกุมและสื่อความหมายได้อย่างถูกต้องและชัดเจน ดังนั้นทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญในการเรียนการสอนเนื่องจากการใช้รูปภาพ สัญลักษณ์ ตัวอักษร รวมถึงตัวแทนความในลักษณะอื่นเชื่อมโยงระหว่างความคิดรูปธรรมกับความคิดนามธรรม จึงกล่าวได้ว่าการสื่อสารนั้นช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในความคิดและเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น (Kennedy & Tipps, 1994) นอกจากนี้การสื่อสารยังเป็นเรื่องที่มีศักยภาพสำหรับการรวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้การพูดและการเขียนเพื่อแสดงและอธิบายแนวความคิด รวมถึงแลกเปลี่ยนแนวคิด สื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างหลากหลายและมีประสิทธิภาพ (Reys et al., 2001)

ข้อมูลข้างต้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ควรเน้นที่การพัฒนาการคิดให้นักเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) จึงเป็นรูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจและควรนำมาใช้ในการสอนคณิตศาสตร์เนื่องจากเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงข้อมูลหรือแนวคิดที่สัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ แล้วค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้หรือปัญหาที่ต้องการแก้ ทำให้นักเรียนรู้ต้นเหตุของปัญหา รวมถึงสามารถสร้างปัญหาย่อยจากปัญหาที่พบเพื่อทำให้ปัญหานั้นง่ายขึ้น (Sheffield, 2009) ทำให้นักเรียนค้นพบความรู้ใหม่หรือวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง รวมถึงสามารถตรวจสอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผลโดยขึ้นอยู่กับการรับรู้ข้อมูลบนพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์และประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล อีกทั้งยังเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถคิดอย่างเป็นระบบมากยิ่งขึ้น (รัตนดิยากร ยตะโคตร, 2561) นอกจากนี้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์มักจะมีการนำกลวิธีหรือเทคนิคต่าง ๆ เข้ามาใช้ร่วมด้วย เพื่อกระตุ้นการเรียนรู้และช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพจึงเป็นกลวิธีการเรียนรู้หนึ่งที่มีความน่าสนใจที่ควรนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ (visual learning strategy) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่จะมุ่งให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาโดยการนึกภาพตามได้ จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ โดยอาศัยการจัดการข้อมูล (organize data) และการกำหนดตัวแทนข้อมูล (Represent data) (Raj, 2023) ซึ่งตัวอย่างกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพเกี่ยวกับการจัดการข้อมูล เช่น Frayer Model จะใช้เพื่อให้เข้าใจความหมายและโครงสร้างของคำศัพท์ และ Four Corners and a Diamond Graphic Organizers จะใช้เพื่อช่วยให้นักเรียนได้จัดระบบความคิด วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล เห็นความเชื่อมโยงของข้อมูล และย้อนกลับไปทบทวนกระบวนการคิดของตนเองในแต่ละขั้นตอนได้ และตัวอย่างกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพเกี่ยวกับการกำหนดตัวแทนข้อมูล เช่น การใช้สัญลักษณ์ในการเขียน การวาดภาพแทนข้อมูล และการเขียนแผนภาพหรือแผนผังตัวแทนของข้อมูลหรือความคิด ดังนั้นถ้านักเรียนเรียนรู้เชิงภาพเข้ามามีใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะช่วยให้นักเรียนสื่อสารแนวคิดออกมาในลักษณะภาพที่เป็นรูปธรรม ทำให้มีความเข้าใจเนื้อหาที่เป็นนามธรรมมากขึ้น (จิรวุฒน์ ตันทานนท์, 2564)

ข้อมูลจากที่กล่าวมาข้างต้น หากนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์มาใช้ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ ในการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นการสร้างความรู้และนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยสอดแทรกกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพเข้าไปในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ น่าจะช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจข้อมูลหรือสถานการณ์ได้อย่างชัดเจน เอื้อให้นักเรียนแปลงข้อมูลให้อยู่ในลักษณะที่สามารถเห็นภาพและอธิบาย

ข้อมูลได้ง่ายขึ้น เชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ ค้นหาและตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการในการเรียนรู้ เพื่อนำมาใช้ในการสร้างความรู้ใหม่หรือแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล บนพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์และประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะข้างต้นจึงน่าจะมีส่วนช่วยในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) ที่กล่าวไว้ว่า เด็กเป็นผู้ที่พยายามศึกษาและสำรวจสิ่งต่าง ๆ รอบตัวทั้งที่เป็นวัตถุสิ่งของ เหตุการณ์และบุคคล จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้นอย่างเป็นรูปธรรม แล้วพัฒนาต่อไปเรื่อย ๆ จนสามารถจะเรียนรู้สิ่งที่เป็นนามธรรมได้ เป้าหมายในการพัฒนาการเรียนรู้ของเด็กตามความคิดของเพียเจต์ คือ การที่สามารถคิดอย่างมีเหตุผลกับสิ่งที่เป็นนามธรรมการคิดตั้งสมมติฐานอย่างมีเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้ โดยเพียเจต์ถือว่า ขั้นตอนที่เป็นรูปธรรมเป็นจุดเปลี่ยนที่สำคัญในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจของเด็ก เพราะเป็นจุดเริ่มต้นของความคิดเชิงตรรกะหรือเชิงปฏิบัติการ ตอนนี้เด็กโตพอที่จะใช้ความคิดเชิงตรรกะหรือการดำเนินการ แต่ใช้ได้เฉพาะตรรกะกับวัตถุทางกายภาพเท่านั้น ซึ่งอยู่ในขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการคิดแบบเป็นรูปธรรม (อายุ 7 – 11 ปี) (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2553) ดังนั้นผู้วิจัยคิดว่า กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ จึงเหมาะที่จะนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

สถานการณ์หรือบริบทที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง และเนื้อหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เนื้อหาหนึ่งที่น่าสนใจ คือ เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่นักเรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นเรื่อง กำไรขาดทุน ภาษี ดอกเบี้ย ปริมาณของสิ่งต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งล้วนเป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียน และนักเรียนจะได้ใช้ความรู้และประสบการณ์จากการเรียนรู้เนื้อหาที่ไม่มากนักน้อยในการดำเนินชีวิตประจำวัน อีกทั้งยังเป็นเนื้อหาหนึ่งที่ใช้ในการทำข้อสอบในการประเมิน PISA ซึ่งเน้นไปที่การนำความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาไปใช้ในสถานการณ์ในชีวิตจริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ผู้วิจัยจึงเห็นว่า เนื้อหาเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ เหมาะที่จะนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์

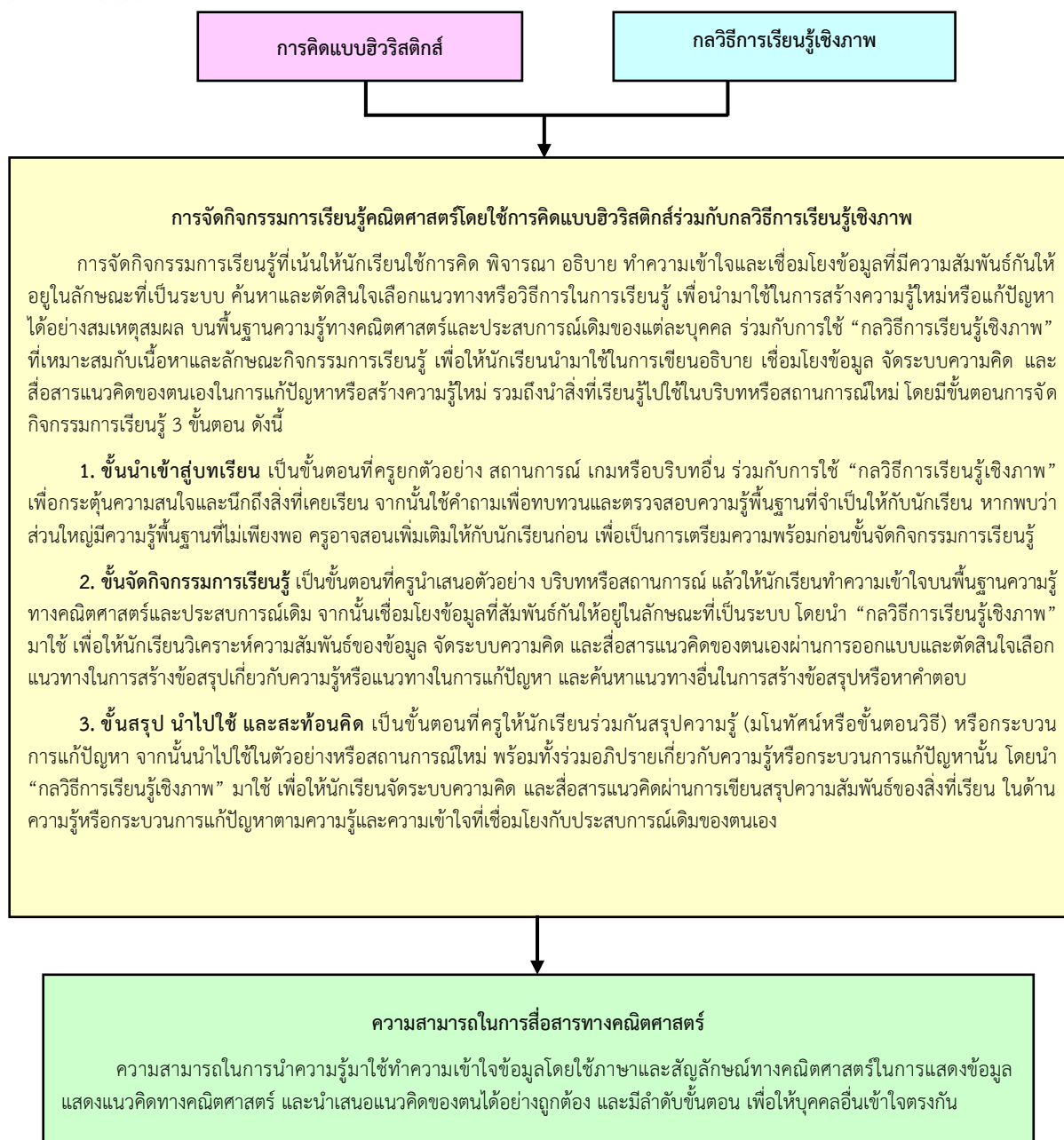
ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

วัตถุประสงค์

1. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน
2. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม
3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ

ภาพ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย



คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การคิดแบบฮิวริสติกส์ หมายถึง การคิด พิจารณา อธิบาย ทำความเข้าใจและเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ ค้นหาและตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการในการเรียนรู้หรือการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล โดยขึ้นอยู่กับความรู้ข้อมูลบนพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ของแต่ละบุคคล

2. กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ หมายถึง วิธีการ หรือกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนใช้ในการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเนื้อหาโดยเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม โดยการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปที่เห็นภาพหรือจินตนาการได้ เพื่อใช้ในการอธิบาย จัดระบบความคิด และสื่อสารแนวคิด รวมถึงการระลึกหรือดึง (recall) ข้อมูลข่าวสารออกมาจากความคิด ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเน้นที่ 5 กลวิธี ดังนี้

2.1 โมเดลของเฟรเยอร์ (Frayer Model) เป็นวิธีการที่ให้นักเรียนบันทึกในพื้นที่ว่าง 4 ส่วน เพื่อกำหนดชี้แจงและวิเคราะห์จากสิ่งที่กำหนด โดยใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้นักเรียนเห็นภาพ สำหรับการใช้โมเดลของเฟรเยอร์ในทางคณิตศาสตร์จะใช้เพื่อให้เข้าใจความหมายและโครงสร้างของคำศัพท์

2.2 Four Corners and a Diamond Graphic Organizers เป็นวิธีการที่ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลย้อนกลับไปกลับมาได้ทั้ง 4 ส่วนในขณะที่ทำการแก้ปัญหา และในส่วนที่ 5 จะให้นักเรียนเขียนสื่อสารกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองทั้งหมดโดยใช้ข้อมูลจากแต่ละส่วนที่ถูกบันทึกไว้ สำหรับการใช้นี้ Four Corners and a Diamond Graphic Organizers จะใช้เพื่อช่วยให้นักเรียนได้จัดระบบความคิดของตนเอง วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล มีกระบวนการคิดแก้ปัญหาที่ยืดหยุ่น และสื่อสารความคิดของตนเองอย่างมีเหตุผล เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล และย้อนกลับไปที่ทวนกระบวนการคิดของตนเองได้ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา

2.3 ผังโน้ตทัศน์ (concept mapping) เป็นวิธีการที่ให้นักเรียนเขียนแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของความคิดรอบยอดให้เป็นภาพรวมตามความรู้ความเข้าใจประกอบการอธิบาย เพื่อช่วยให้นักเรียนรู้กระบวนการคิดของตนเอง และเห็นความสัมพันธ์ของความรู้ต่าง ๆ ของเนื้อหาที่เรียน

2.4 การวาดภาพแทนข้อมูล (drawing) เป็นวิธีการที่นักเรียนใช้การวาดภาพแทนข้อมูลของเนื้อหา โดยที่นักเรียนจะต้องมีการดึงส่วนที่สำคัญของข้อมูลหรือเนื้อหามาใช้ประกอบการวาดหรืออธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดความรู้ความเข้าใจที่ชัดเจนและเห็นภาพหรือจินตนาการได้

2.5 การใช้สัญลักษณ์ในการเขียน (written symbols) เป็นวิธีการที่นักเรียนสะท้อนความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ผ่านการเขียนประโยคสัญลักษณ์ของคณิตศาสตร์และการเขียนเกี่ยวกับแนวคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ สูตร และกฎต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสามารถดึงสิ่งที่เรียนมาหรือจินตนาการออกมาเป็นรูปธรรมได้

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เมื่อเป็นกิจกรรมที่เน้นการแก้ปัญหา จะใช้กลยุทธ์ 2.2 ร่วมกับ 2.3, 2.4, 2.5 และเมื่อเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้ จะเน้นการใช้กลยุทธ์ 2.1 ร่วมกับ 2.3, 2.4, 2.5

วิธีการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental study) โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว

การกำหนดประชากรและตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 27 กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาใหญ่พิเศษ มีการจัดห้องเรียนแบบละ ความสามารถและจำนวนนักเรียนต่อหนึ่งห้องเรียนใกล้เคียงกัน โดยผู้วิจัยเลือกจำนวน 1 ห้องเรียน คือ นักเรียน ม.1/2 จำนวน 39 คน นอกจากนี้ผู้บริหารและคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้ความร่วมมือและอนุญาตให้ผู้วิจัย ดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. **เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง** คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 15 แผน ใช้เวลาสอน 15 คาบ โดยผ่านการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์จาก อาจารย์ที่ปรึกษา ก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ

2.1 แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบวัดอัตนัย ฉบับละ 4 ข้อ ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มประชากร และไมใช่ในกลุ่มตัวอย่าง โดยมีเกณฑ์คือ ค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป ค่าความยาก 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจ จำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป พบว่า แบบวัดฉบับก่อนเรียนมีค่าความเที่ยงเป็น 0.61 ค่าความยากเป็น 0.24 - 0.57 และค่าอำนาจ จำแนกเป็น 0.48-0.85 และแบบวัดฉบับหลังเรียน มีค่าความเที่ยงเป็น 0.60 ค่าความยากเป็น 0.33 - 0.39 และค่าอำนาจ จำแนกเป็น 0.67-0.79

2.2 ร่องรอยการทำงานที่ปรากฏในใบงาน/ใบกิจกรรมที่อยู่ในทุกแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การตอบ คำถามในชั้นเรียน การนำเสนองานที่ได้รับมอบหมาย ปัญหาและอุปสรรคที่พบขณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึง

การสัมภาษณ์เพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนทำใบงาน/ใบกิจกรรมในลักษณะที่ไม่สามารถสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการ ดังต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน โดยใช้เวลา 1 คาบ (50 นาที)

2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนทั้งสิ้น 15 คาบ คาบละ 50 นาที ในภาคเรียนที่ 2 และในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในทุก ๆ คาบได้สังเกตและเก็บรวบรวมพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่แสดงออกผ่านร่องรอยการทำงานที่ปรากฏในใบงาน/ใบกิจกรรมที่อยู่ในทุกแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ การตอบคำถามในชั้นเรียน การนำเสนองานที่ได้รับมอบหมาย ปัญหาและอุปสรรคที่พบขณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนทำใบงาน/ใบกิจกรรมในลักษณะที่ไม่สามารถสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ โดยแบ่งการศึกษาการเปลี่ยนแปลงออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แผนที่ 1 - 5, ช่วงที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แผนที่ 6 - 10 และช่วงที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แผนที่ 11 - 15 ตามลำดับ

3. เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ครบแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน โดยใช้เวลา 1 คาบ (50 นาที)

4. นำแบบวัดฉบับก่อนและหลังเรียนมาตรวจให้คะแนน จากนั้นนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยนำผลจากการทำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มาตรวจให้คะแนน และดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป โดยใช้คะแนนสอบจากแบบวัด ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการทดสอบค่าที (t -test) ดังนี้

1.1 การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t -test for dependent samples)

1.2 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม โดยทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตกับเกณฑ์ด้วยการทดสอบค่าที (t -test for one sample)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการสังเกตและเก็บรวบรวมพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่แสดงออกผ่านร่องรอยการทำงานที่ปรากฏในใบงาน/ใบกิจกรรมที่อยู่ในทุกแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ การตอบคำถามในชั้นเรียน การนำเสนองานที่ได้รับมอบหมาย ปัญหาและอุปสรรค ที่พบขณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนทำใบงาน/ใบกิจกรรมในลักษณะที่ไม่สามารถสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) เพื่อประกอบการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แบ่งการศึกษาการเปลี่ยนแปลงออกเป็น 3 ช่วง

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ข้อตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตาราง 1)

ตาราง 1

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการทดสอบค่าที (t -test) เพื่อทดสอบคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ

กลุ่มตัวอย่าง	n	M	SD	t-test	p
ก่อนเรียน	39	11.87	7.63	7.12	<0.001*
หลังเรียน	39	20.74	5.21		

หมายเหตุ * $p < .05$

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตาราง 2)

ตาราง 2

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าเฉลี่ยร้อยละ และการทดสอบค่าที (t -test) เพื่อทดสอบคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม (21.60 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	n	M	SD	t-test	p
หลังเรียน	39	20.74	5.21	-1.03	0.844

หมายเหตุ * $p < .05$

3. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพมีการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอดีขึ้นอย่างต่อเนื่องในแต่ละช่วงของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

อภิปรายผล

ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายผลการวิจัยเป็น 3 ข้อ ดังนี้

1. จากผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การที่ผลวิจัยออกมาเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากเหตุผลสนับสนุน 2 ประการ ดังนี้

ประการแรก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ มีความเหมาะสมในการพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยเอื้อให้นักเรียนใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงข้อมูล แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอแนวคิดของตนเองได้อย่างถูกต้องและมีลำดับขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ผู้วิจัยยกตัวอย่าง สถานการณ์ เกมหรือบริบทที่น่าสนใจประกอบกับการใช้กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพในหลายลักษณะ จากนั้นใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้ ส่งผลให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอด เห็นความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลและเห็นภาพความสัมพันธ์ของความรู้ที่เป็นความรู้พื้นฐานของสิ่งที่กำลัง จะเรียน รวมถึงนักเรียนได้ฝึกใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการตอบคำถามร่วมกันในห้องเรียน ส่งผลให้นักเรียนสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการเขียนและอธิบายได้ถูกต้องเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นการฝึกฝนในการแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้ภาษาของตนเองในลักษณะที่ไม่เป็นทางการ และจะเป็นการแสดงความคิดที่เกิดขึ้น

แรก ๆ หรือความรู้ที่ตนเพิ่งสร้างขึ้นหรือรับมา ซึ่งการฝึกฝนนี้จะช่วยในการพัฒนาทักษะการสื่อสารได้ (Huinker, 1996, อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2553)

ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยยกตัวอย่าง บริบทหรือสถานการณ์ แล้วกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และเชื่อมโยงข้อมูลให้เป็นระบบ เพื่อนำไปใช้ในการคาดการณ์ลักษณะสำคัญ ข้อสรุปหรือเป็นแนวทางในการออกแบบการแก้ปัญหา จากนั้นให้นักเรียนออกแบบและตัดสินใจเลือกแนวทางในการสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหา และเขียนแสดงการสร้างข้อสรุปหรือดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่เลือกนั้น อีกทั้งผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของข้อสรุปหรือคำตอบ พร้อมทั้งนำเสนอและร่วมกันค้นหาแนวทางอื่นในการสร้างข้อสรุปหรือหาคำตอบ ผ่านการใช้กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ ส่งผลให้นักเรียนใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และตัวแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายในการเขียนแสดงข้อมูลลักษณะสำคัญ หรือความสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้องและครบทุกประเด็น และสามารถออกแบบหรือมีแนวทางในการสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหาได้แตกต่างกันมากขึ้น รวมถึงมีจำนวนนักเรียนที่มากขึ้นที่สามารถอธิบายแนวคิดในการได้มาซึ่งข้อสรุปหรือการหาคำตอบได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนได้ สอดคล้องกับคำกล่าวของ Kennedy and Tipps (1994) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนได้เชื่อมโยงระหว่างข้อมูลทางคณิตศาสตร์ ความรู้ และสิ่งที่เป็นนามธรรม ไปสู่การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอแนวคิด จะทำให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์และพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น และสอดคล้องกับ สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 1989) ที่กล่าวว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความรู้ มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีโอกาสชี้แจงแนวคิด อธิบายเหตุผลและสื่อสารให้ผู้อื่นเห็นด้วยกับแนวคิดของตน กิจกรรมดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนได้สร้างความรู้ และเรียนรู้ที่จะรับฟังแนวคิดในแบบอื่น ๆ จนเกิดความชัดเจนในแนวคิดของตนเอง ซึ่งถือว่าเป็นกุญแจสำคัญในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสื่อสารและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ขั้นสรุป นำไปใช้และสะท้อนคิด ผู้วิจัยให้นักเรียนนำความรู้หรือกระบวนการแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมไปใช้ในตัวอย่างหรือสถานการณ์ใหม่ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น โดยในระหว่างนี้ผู้วิจัยช่วยเหลือและให้คำแนะนำเท่าที่จำเป็น ส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงข้อมูล และเลือกใช้ตัวแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ประกอบการอธิบายแนวคิดอย่างหลากหลาย อีกทั้งผู้วิจัยยังเน้นให้นักเรียนเลือกใช้กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพในการจัดระบบความคิด และสื่อสารแนวคิดผ่านการเขียนสรุปความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียน ทำให้นักเรียนสามารถใช้ภาษา สัญลักษณ์ และตัวแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการเขียนสรุปความสัมพันธ์ของความรู้หรือกระบวนการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น และสามารถสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ ผู้วิจัยให้นักเรียนนำเสนอและเปิดโอกาสให้นักเรียน ทุกคนได้ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความรู้หรือกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหานั้น ส่งผลให้ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนพัฒนาไปในทางที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Mumme and Shepherd (1993) ที่กล่าวว่า ในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกเขียนแสดงแนวคิดของตนเอง และสื่อสารแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจ รวมถึงควรส่งเสริมให้นักเรียนใช้สัญลักษณ์ไปพร้อมกับการใช้คำทั้งการพูดและการเขียนในการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย เช่น การสื่อสารด้วยภาพ การแสดงท่าทางการเขียนกราฟ และการเขียนแผนภูมิ เป็นต้น (Reys et al., 2001, p. 83)

ประการที่สอง บริบทหรือสถานการณ์ที่นำมาใช้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำเสนอตัวอย่าง บริบทหรือสถานการณ์ ร่วมกับการใช้ “กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ” เพื่อให้นักเรียนนำมาใช้ในการเขียนอธิบาย เชื่อมโยงข้อมูล จัดระบบความคิด และสื่อสารแนวคิดของตนเองในการแก้ปัญหาหรือสร้างความรู้ใหม่ รวมถึงนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในบริบทหรือสถานการณ์ใหม่ โดยตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่จะทำให้นักเรียนนึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมา และเป็นตัวอย่างที่นักเรียนสามารถพบได้ในชีวิตจริง/ชีวิตประจำวัน เช่น อัตราดอกเบี้ย, อัตราส่วนของจำนวนคนที่ชนทรายต่อเวลาที่ใช้ในการขนเป็นนาฬิกา, อัตราส่วนผสมของผงช็อกโกแลต, การซื้อขาย, ภาษี และการย่อ/ขยาย เป็นต้น จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นต่อการเรียนรู้ สอดคล้องกับคำกล่าวของ รุ่งทิวา บุญมาโตน และคณะ (2561) ที่กล่าวว่า การนำเสนอสถานการณ์ในบริบทที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน จะทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียน และมีความกระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรมถัดไป และสอดคล้องกับ ณัฐธิดา พลมาก (2565) ที่กล่าวว่า การนำบริบทในชีวิตจริงของนักเรียนมาเป็นสถานการณ์ปัญหาทำให้นักเรียนเห็นแนวทางที่จะสื่อสาร สื่อความหมาย สามารถใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอข้อมูลได้

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพหลังเรียนไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การที่ผลวิจัยออกมาเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากเหตุผล 2 ประการ ดังนี้

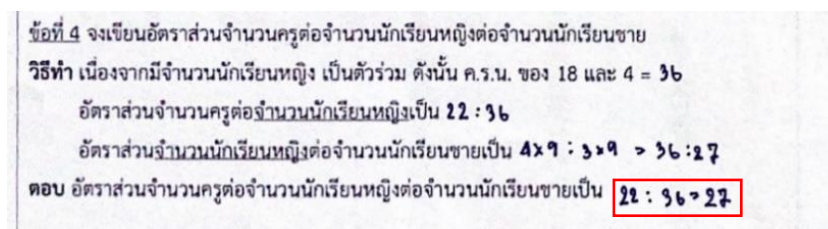
ประการแรก ระยะเวลาต่อแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และจำนวนครั้งของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อาจน้อยเกินไป แม้ว่า ผู้วิจัยจะได้ตระหนักถึงข้อจำกัดดังกล่าวในการนำไปใช้งานจริง แต่ก็พบว่ายังมีบางปัจจัยที่ยังคงส่งผลต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ โดยในส่วนของระยะเวลาต่อหนึ่งแผนนั้น เนื่องจากในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนใช้เวลาค่อนข้างมากในการอ่าน ทำความเข้าใจเชื่อมโยงข้อมูล และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อนำมาสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหา แต่ด้วยข้อจำกัดของเวลาทำให้นักเรียนมีเวลาทำในบางขั้นตอนน้อยเกินไป จึงส่งผลให้นักเรียนเขียนแสดงข้อมูลได้ แต่ยังไม่สามารถสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้องและครบถ้วนทุกประเด็น และในส่วนของจำนวนครั้งของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นักเรียนอยู่ในช่วงปรับตัว และมีประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาไม่มากนัก อาจทำให้นักเรียนใช้เวลาในการปรับเปลี่ยนวิธีคิดหรือวิธีการดำเนินการในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในรูปแบบที่แตกต่างจากเดิม จึงส่งผลให้เมื่อเผชิญกับตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่มีความท้าทายและซับซ้อน นักเรียนบางส่วนจึงไม่สามารถนำวิธีการดังกล่าวไปใช้ในการเรียนรู้หรือแก้ปัญหาได้ รวมถึงนักเรียนอาจฝึกฝนและลงมือทำในแต่ละขั้นตอนเป็นไปอย่างรวบรัดเกินไป ทั้งนี้หากต้องการให้นักเรียนเข้าใจในขั้นตอนและจุดมุ่งหมายของแต่ละขั้นตอนการดำเนินการอย่างแท้จริง จึงควรมีการฝึกปฏิบัติในจำนวนครั้งที่มากเพียงพอ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนต่อนักเรียนมากที่สุด

ประการที่สอง กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ เป็นวิธีการ หรือกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนใช้ในการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเนื้อหาโดยเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม โดยการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปที่เห็นภาพหรือจินตนาการได้ เพื่อใช้ในการอธิบาย จัดระบบความคิด และสื่อสารแนวคิด รวมถึงการระลึกหรือดึงข้อมูลข่าวสารออกมาจากความคิด และในแต่ละคาบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการใช้กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพร่วมกันมากกว่า 1 กลวิธี ซึ่งบางกลวิธีที่นำมาใช้อาจยากต่อการทำความเข้าใจและนำไปใช้ในระยะเวลาอันสั้น และบางกลวิธีนักเรียนอาจพบเจอเป็นครั้งแรก เช่น Frayer Model และ Four Corners and a Diamond Graphic Organizers เพราะฉะนั้นในช่วงแรก ผู้วิจัยต้องเน้นย้ำและดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างค่อยเป็นค่อยไป รวมถึงมอบหมายให้นักเรียนไปฝึกใช้กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพเป็นการบ้าน นอกจากนี้ ในช่วงแรกของการนำไปใช้ เช่น เมื่อนำ Frayer Model มาใช้ มีนักเรียนจำนวนหนึ่งแสดงความคิดเห็นว่าในบางขั้นตอนของการทำกิจกรรมที่ต้องมีการเขียนข้อความเดิมซ้ำเป็นการเพิ่มภาระงาน ทำให้นักเรียนไม่เห็นถึงประโยชน์ของการดำเนินการในส่วนนี้ของกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพที่มุ่งเน้นให้นักเรียนวิเคราะห์จากสิ่งที่กำหนด โดยใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้นักเรียนเห็นภาพ เข้าใจความหมายและโครงสร้างของคำศัพท์ ซึ่งสอดคล้องกับ จีรวินันต์ ตันทานนท (2564) ที่กล่าวไว้ว่า กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ มีหลายรูปแบบแตกต่างกันออกไป บางกลวิธีเป็นสิ่งที่ยากในการทำความเข้าใจด้วยตนเอง บางกลวิธีเป็นวิธีการที่ใหม่ต่อการจัดการเรียนการสอน ครูจึงควรให้คำแนะนำและช่วยเหลือเท่าที่จำเป็นในช่วงแรก และให้นักเรียนได้รับการฝึกฝนและทำความเข้าใจซ้ำ ๆ เกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีนั้นอย่างสม่ำเสมอ

3. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพมีการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอต่อเนืองในแต่ละช่วงของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากที่ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ซึ่งในช่วงแรกของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (แผนที่ 1-5) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการเขียนและอธิบายได้ถูกต้องเป็นบางส่วน (ดังแสดงในภาพ 2) และมีนักเรียนบางส่วนที่สามารถใช้ตัวแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการเขียนลักษณะสำคัญหรือความสัมพันธ์ได้ แต่มีลักษณะไม่แตกต่างกัน อาจเกิดจากนักเรียนมีความรู้หรือประสบการณ์ทำไม่มากนักและไม่คุ้นเคยกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพที่ใช้ รวมถึงมีนักเรียนเพียงบางส่วนที่สามารถเขียนอธิบายแนวคิดในการได้มาซึ่งข้อสรุปหรือการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและมีลำดับขั้นตอน ส่วนนักเรียนที่เหลือที่ไม่สามารถเขียนอธิบายได้ อาจเกิดจากการที่นักเรียนกลัวสิ่งที่ตัวเองทำไม่ถูกต้อง จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนนำเสนอและร่วมกันค้นหาแนวทางอื่นในการสร้างข้อสรุปหรือแนวทางในการแก้ปัญหา พบว่า ไม่มีนักเรียนคนใดได้ข้อสรุปหรือแนวทางการแก้ปัญหาอื่นที่แตกต่างจากที่เพื่อนนำเสนอ

ภาพ 2

ตัวอย่างบางส่วนของใบกิจกรรม Frayer Model ในช่วงที่ 1 (แผนที่ 1 - 5)

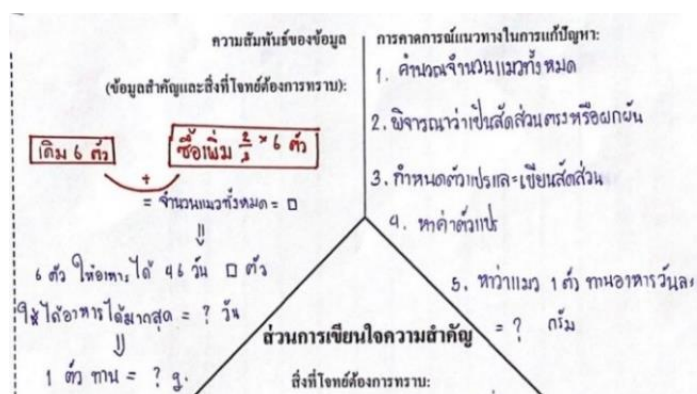


ภาพ 2 แสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงข้อมูลสำคัญได้ถูกต้องเป็นบางส่วน โดยใช้เครื่องหมายเท่ากับแทนการเขียนสัญลักษณ์ของอัตราส่วน

ในช่วงกลาง (แผนที่ 6-10) และช่วงหลังของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (แผนที่ 11-15) พบว่า ในช่วงกลางของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และตัวแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายในการเขียนแสดงข้อมูล ลักษณะสำคัญ หรือความสัมพันธ์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนทุกประเด็น แต่ในช่วงหลังนักเรียนสามารถใช้ได้อย่างถูกต้องและครบทุกประเด็น โดยไม่ต้องขอคำแนะนำจากผู้วิจัย (ดังแสดงในภาพ 3)

ภาพ 3

ตัวอย่างบางส่วนของใบกิจกรรม Four Corners and a Diamond Graphic Organizers ในช่วงที่ 2 (แผนที่ 6 - 10)



ภาพ 3 แสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โจทย์ต้องการให้นักเรียนหาว่าให้อาหารที่มีกับแมวทั้งหมดได้มากที่สุดกี่วันและแมวหนึ่งตัวทานอาหารวันละกี่กรัม ซึ่งพบว่า นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ของข้อมูลและการคาดการณ์แนวทางในการแก้ปัญหา โดยใช้ตัวแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลายมากขึ้น ทั้งในรูปแบบภาพหรือสัญลักษณ์แทนสิ่งที่ต้องการทราบและเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล เช่น การใช้ภาพ $\square$ แทนจำนวนแมวทั้งหมด และมีการใช้ภาพรูปสี่เหลี่ยมและเครื่องหมาย $+$, $=$ เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล ทำให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ชัดเจนและนำไปสู่การคาดการณ์แนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเป็นลำดับขั้นตอน

เนื่องจากนักเรียนคุ้นชินกับวิธีการใช้กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพและมีความเข้าใจในสถานการณ์มากขึ้น ส่งผลให้ในช่วงหลังนักเรียนสามารถออกแบบหรือมีแนวทางในการสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหาได้แตกต่างกันมากขึ้น แม้ว่าในช่วงกลางนักเรียนจะยังไม่สามารถสร้างข้อสรุปได้แตกต่างกันมากนัก รวมถึงมีจำนวนนักเรียนที่มากขึ้นที่สามารถเขียนอธิบายแนวคิดในการได้มาซึ่งข้อสรุปหรือการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและเป็นลำดับขั้นตอน (ภาพ 4)

ภาพ 4

ตัวอย่างบางส่วนของใบกิจกรรม Four Corners and a Diamond Graphic Organizers ในช่วงที่ 3 (แผนที่ 11 - 15)

ส่วนการดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ จงถือว่า นายเล้งรวมกับกระโปรงเป็นเงิน $2(20 \times 100) + (20 \times 240)$
 $= 8,800$ บาท

ให้ต้นทุนของเสื้อรวมกับกระโปรงเท่ากับ m บาท

$$\frac{\text{จำนวน ม.บท}}{\text{ต้นทุน 100 บาท}} = \frac{\text{ขาย 8,800 บาท}}{\text{ขาย 110 บาท}}$$

$$m = \frac{8,800}{110} \times 100$$

จงถือว่า ต้นทุนของเสื้อรวมกับกระโปรง = $\frac{8,800}{110} \times 100 = 8,000$ บาท

ตอบ ต้นทุนของเสื้อรวมกับกระโปรงเท่ากับ 8,000 บาท

ส่วนการดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ

	จำนวน (ตัว)	ราคาขายตัวละ (บาท)	ขายได้ (บาท) (จำนวนตัว $\times$ ราคาขาย)
เสื้อ	20	200	20×200
กระโปรง	20	$(\frac{80}{100} \times 200) + 200 = 240$	20×240
รวม	40		$(20 \times 200) + (20 \times 240)$

จึงได้ว่า นายเล้งรวมกับกระโปรง = 8,800 บาท

จาก ถ้ากำไร 10% นายเล้งรวมกับกระโปรง 100 ขาย 110 บาท

จึงได้ว่า ต้นทุนของเสื้อรวมกับกระโปรง = $\frac{8,800}{110} \times 100 = 8,000$ บาท

ตอบ ต้นทุนของเสื้อรวมกับกระโปรงเท่ากับ 8,000 บาท

ภาพ 4 แสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอ พบว่า นักเรียนสามารถใช้วิธีการในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันได้ โดยวิธีการด้านซ้าย นักเรียนมีการกำหนดตัวแปรในการเขียนสัดส่วน เพื่อใช้ในการหาคำตอบ และวิธีการด้านขวา นักเรียนมีการใช้ตารางและใช้บัญญัติไตรยางศ์ในการหาคำตอบ โดยทั้งสองวิธีนักเรียนสามารถเขียนได้อย่างถูกต้องและเป็นลำดับขั้นตอน

กระบวนการและผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนในลักษณะดังกล่าวส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละช่วงเป็นไปในทางที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับค่ากล่าวของเดช พลเดช (2562) ที่กล่าวไว้ว่า แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ครูควรจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้แสดงแนวคิด อธิบาย และนำเสนอแนวคิด ด้วยวิธีการต่าง ๆ อาจเป็นตัวแปร ภาพ ตาราง หรือตัวแทนแนวคิดในลักษณะอื่น ในการสื่อสารความหมายให้เหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ทั้งในรูปแบบของการใช้ภาษาพูดและการเขียน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ ในช่วงแรกของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรดำเนินการจัดการเรียนรู้อย่างค่อยเป็นค่อยไป ให้นเวลาให้นักเรียนที่มากพอในการใช้ความคิด และเน้นให้นักเรียนเห็นถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการนี้

2. บริบทหรือสถานการณ์ที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ เนื่องจากผู้วิจัยเห็นประโยชน์ที่นักเรียนจะได้นำความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ไปใช้ในชีวิตจริง/ชีวิตประจำวันในอนาคต แต่บางตัวอย่างที่ผู้วิจัยออกแบบและนำมาใช้อาจจะยากเกินไปหรือนักเรียนคิดว่าเป็นสิ่งที่ไกลตัว ทำให้นักเรียนไม่ให้ความสำคัญกับตัวอย่างนั้น ๆ ดังนั้นควรออกแบบบริบทหรือสถานการณ์ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทของนักเรียน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพที่เน้นนักเรียนเป็นรายบุคคล ดังนั้นควรศึกษารูปแบบการประเมินที่เหมาะสมและสอดคล้องกับการประเมินความสามารถของนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อสะท้อนถึงพัฒนาของแต่ละคนได้อย่างชัดเจน รวมถึงอาจศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมว่า การจัดกิจกรรมนี้สามารถนำไปใช้ในการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ หรือทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านอื่น ๆ นอกเหนือจากความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้หรือไม่

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จิรวรรณ ตันทานนท์. (2564). *ผลการใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแตรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD). <https://digital.car.chula.ac.th/cgi/viewcontent.cgi?article=6097&context=chulaetd>
- ณัฐธิดา พลมาก. (2565). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานภายใต้สถานการณ์โควิด-19 เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 18(2), 1-9.
- เดช พลเดช. (2562). *การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD). <https://digital.car.chula.ac.th/cgi/viewcontent.cgi?article=9965&context=chulaetd>
- รัตนติยากร ยตะโคตร. (2561). *การจัดการเรียนรู้แบบเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการและการแก้สมการสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี]. intellectual repository at rajamangala university of technology thanyaburi. <http://www.repository.rmutt.ac.th/dspace/bitstream/123456789/3501/1/RMUTT-160402.pdf>
- รุ่งทิวา บุญมาโดน, วณิธร สุภาพ, และ รัชฎา วิริยะพงศ์. (2561). *การพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน*. วารสารวิทยบริการมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 29(2), 51-61.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. ศรีเมืองการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *รายงานประจำปี 2560 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. มายด์ มีเดีย เซ็นเตอร์.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2564). *รายงานผลทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2564*. <https://www.niets.or.th/th/content/uploads/editor/files/O-NET/rapid%20report%20%20P6-2564.pdf>
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2564). *รายงานผลทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ม.3 ปีการศึกษา 2564*. <https://www.niets.or.th/th/content/uploads/editor/files/O-NET/rapid%20report%20M3-2564.pdf>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). <https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa2018-fullreport/>
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2546). *คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้*. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Kennedy, L. M., & Tipps, S. (1994). *Guiding children's learning of mathematics* (7th ed.). Wadsworth.
- Mumme, J., & Shepherd, N. (1993). Communication in mathematics In T. E. Rowan; & L. J. Morrow (Eds.), *Implementing the k-8 curriculum and evaluation standards: Reading from the arithmetic teacher* (pp. 7-11). National Council of Teachers of Mathematics.

- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Raj, S. (2023, April 2). *Visual learning strategies*. <https://learnfromblogs.com/visual-learning-strategies>
- Reys, R. E., Lindquist, M., Lambdin, D. V., Smith, N. L., & Suydam, M. N. (2001). *Helping children learn mathematics* (6th ed.). John Wiley and Sons.
- Sheffield, L. J. (2009). Proceedings of the discussing group 9: Promoting creativity for all students in mathematics education. *The 11th International Congress on mathematical Education Monterey, Mexico*.
<https://www.mathunion.org/fileadmin/ICMI/Conferences/ICME/ICME11/www.icme11.org/sites/icme11/files/2ndAnnouncement%5BFeb6%5D.pdf>