



ผลการใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแทรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพที่มีต่อ
ความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
Effects of Using Model of Teaching for Abstraction Combine with Visual Learning
Strategies on Mathematical Knowledge and Analytical Thinking Ability
of Tenth Grade Students

จิรวัดน์ ตันทานนท์¹ และ ไพโรจน์ น่วมนุ้ม^{2*}
Jirawat Tantanon¹ and Pairot Nuamnoom^{2*}

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแทรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแทรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และ 3) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแทรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการสอนจำนวน 20 แผน แบบสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และการทดสอบลำดับเครื่องหมายของข้อมูลที่จับกันเป็นคู่ของวิลคอกซ์สัน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 2) นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : กระบวนการแอบสแทรกชัน, กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ, ความรู้ทางคณิตศาสตร์, ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

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

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Lecturer of Mathematics Education Division, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University E-mail: pairoj_m@yahoo.com

* Corresponding author

Abstract

The purposes of this research were 1) to compare the mathematical knowledge of students after learning by using the model of teaching for abstraction combine with visual learning strategies to a criteria of 70 percent, 2) to compare the analytical thinking ability of students after learning by using the model of teaching for abstraction combine with visual learning strategies to a criteria of 70 percent, and 3) to compare the analytical thinking ability of students before and after learning by using the model of teaching for abstraction combine with visual learning strategies. The subjects were 35 tenth-grade students. The instruments used for research were 20 lesson plans, a mathematical knowledge test, the pre-test and post-test of analytical thinking ability tests. The data were analyzed by statistical mean, standard deviation, percentage and the Wilcoxon signed-rank test. The results of the research revealed that 1) the mathematical knowledge of the students after learning by using the model of teaching for abstraction with visual learning strategies were not higher than 70%; 2) the analytical thinking ability of the students after learning by using the model of teaching for abstraction with visual learning strategies were higher than 70% at a .05 level of significance; and 3) the analytical thinking ability of the students after learning by using the model of teaching for abstraction with visual learning strategies were higher than at pre – learning state at a .05 level of significance.

Keywords: mathematical abstraction, visual learning strategies, mathematical knowledge, analytical thinking abilities

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 6 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยอยู่ในระดับที่ควรได้รับการปรับปรุง โดยคะแนนส่วนใหญ่ไม่ถึงร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2562) และ จากผลการประเมิน

โครงการ PISA (Programme for International Student Assessment, PISA) พบว่านักเรียนไทยทำคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ (PISA, 2000-2021) จากปัญหาผลการทดสอบทั้งระดับชาติและระดับนานาชาติต่ำกว่าเกณฑ์ที่เกิดขึ้น สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไทยยังขาด “ความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์” ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในห้องเรียน

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความรู้เชิงมโนทัศน์ และความรู้เชิงกระบวนการ โดยความรู้เชิงมโนทัศน์ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด นิยาม ทฤษฎีบท กฎ สูตร สมบัติทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น และความรู้เชิงกระบวนการ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับสูตรในการคำนวณ การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญและจำเป็นต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เห็นได้จากที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนดคุณภาพของผู้เรียนคณิตศาสตร์ไว้ว่า เมื่อผู้เรียนได้เรียนคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เพียงพอ สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

สำหรับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน จะต้องอาศัยพื้นฐานสำคัญคือ ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ของครูผู้สอน และรุดนิก (Krulik & Rudnick, 1993: 3) ได้เสนอแนวคิดในการจัดลำดับการคิดของมนุษย์เป็น 4 ระดับ คือ 1) การคิดจากการจำหรือการระลึก 2) การคิดระดับพื้นฐาน 3) การคิดวิเคราะห์ และ 4) การคิดสร้างสรรค์ ซึ่งการคิดวิเคราะห์ จัดเป็นความคิดระดับสูงที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ ครูจึงมีความจำเป็นจะต้องให้ความสนใจในการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ให้กับนักเรียน (เสงี่ยมโตรัตน์, 2546: 26-32)

การคิดวิเคราะห์ เป็นส่วนสำคัญต่อการคิดของผู้เรียนในสถานการณ์หรือบริบทต่าง ๆ โดยการคิดวิเคราะห์จะเป็นตัวช่วยให้ผู้เรียนเกิดมุมมองเชิงลึก สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ของข้อมูลแต่ละส่วนและสรุปเป็นหลักการที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ โดยความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการนำความรู้และความคิดมาแยกแยะข้อมูลสำคัญต่าง ๆ จากสถานการณ์ออกเป็นส่วนย่อย ๆ และแปลความหมายหรือตีความข้อมูลส่วนย่อยนั้น เพื่อทำความเข้าใจ พิจารณาว่าส่วนย่อยต่าง ๆ ของข้อมูลมีความสัมพันธ์กันอย่างไร และพิจารณาความสัมพันธ์นั้นมาสรุปเป็นหลักการ หรือความรู้ ที่สามารถนำมาอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลจากสถานการณ์ได้ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์อาจแบ่งได้ 3 ด้าน Bloom (1956) ได้แก่ ด้านที่ 1 ความสามารถในการแยกแยะข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้และความคิดในการแยกแยะข้อมูลจากสถานการณ์ออกเป็นส่วนย่อย ๆ และแปลความข้อมูลส่วนย่อยนั้นเพื่อทำความเข้าใจ ด้านที่ 2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้และความคิดในการแปลความและทำความเข้าใจข้อมูลส่วนย่อย แต่ละส่วนว่ามีข้อมูลใดบ้างที่สัมพันธ์กัน และสัมพันธ์กันอย่างไร และด้านที่ 3 ความสามารถในการค้นหาหลักการ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้และความคิดในการพิจารณาและผสมผสานข้อมูลส่วนต่าง ๆ จนเกิดเป็นหลักการ หรือความรู้ที่เกี่ยวข้อง ที่สามารถนำมาอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลจากสถานการณ์ได้

จากปัญหาเกี่ยวกับการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ข้างต้น อาจมีสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานี้ได้หลายประการ เช่น วิธีการสอนหรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่ถูกปรับ ตามยุคสมัยของผู้เรียน มีการเรียนการสอนที่เน้นการท่องจำ และใช้สูตรลัด ทำให้เด็กไม่มีการคิดวิเคราะห์และ สังเกต ส่งผลให้เด็กไม่เกิดความเข้าใจในเนื้อหาและขาดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบกับ สุวัฒนา เอี่ยมอพรพรรณ (2546: 33) ได้อธิบายถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่ามีลักษณะเป็นนามธรรม จึงส่งผลให้เด็กเกิด ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ง่าย ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาแนวคิดที่ใช้ในการออกแบบการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ คณิตศาสตร์ที่มีความเป็นไปได้ในการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คือ รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแตรกชัน (Model of teaching for abstraction)

รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแตรกชัน เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นการสร้างความรู้ที่เป็น นามธรรมจากบริบทการเรียนรู้ต่างๆที่อาจเป็น ปัญหา สถานการณ์ หรือตัวอย่างที่ผู้เรียนคุ้นเคยและเกี่ยวข้อง กับการเรียนรู้นั้น ๆ โดยใช้การสังเกตความสัมพันธ์ ค้นหาลักษณะร่วมที่เกี่ยวข้อง มาสรุปแนวคิดนั้นในรูป นามธรรมตามความเข้าใจของตน มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน (Mitchelmore & White, 2004: 1-7; 2010: 205-206) ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสร้างความคุ้นเคย (Familiarity) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำความเข้าใจและสร้างความคุ้นเคยของแต่ละบริบทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความรู้นั้นใหม่ โดยการสำรวจ “ข้อมูลและ ลักษณะสำคัญของความรู้” ของแต่ละบริบท และรวบรวมข้อมูลและลักษณะสำคัญของแต่ละบริบท ขั้นที่ 2 การค้นหาลักษณะร่วม (Similarity) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนค้นหาลักษณะร่วมและแบบรูปต่าง ๆ โดยเน้นการ สอนหรือจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้พิจารณาเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแต่ละบริบท จน สามารถค้นหาลักษณะร่วมและแบบรูปต่าง ๆ โดยครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดที่หลากหลาย ขั้นที่ 3 การทำให้อยู่ในรูปทั่วไป (Reification) เป็นขั้นที่นักเรียนสร้างข้อสรุปในรูปทั่วไปซึ่งอาจเป็นนิพจน์ กฎเกณฑ์ หรือหลักการ โดยครูคอยกระตุ้นและช่วยเหลือจนนักเรียนสามารถสร้างข้อสรุปที่เป็นกรณีทั่วไปได้ และขั้นที่ 4 การประยุกต์ความรู้ (Application) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อสรุปที่เป็น ความรู้ใหม่ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ ต่าง ๆ ที่หลากหลายทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย

กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ (Visual Learning Strategies) เป็นวิธีการหรือสื่อการเรียนรู้ ที่เกี่ยวข้องกับการแสดงแทน (Representation) และการจัดระบบ (Organization) ข้อมูลหรือสถานการณ์ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นได้ง่าย นิภาพหรือจินตนาการ นำไปสู่การค้นหาข้อมูลหรือแนวคิดสำคัญ การแปลความหมายและหาข้อสรุปในรูปกรณีทั่วไป (Raiyn, 2016) ซึ่งตัวอย่างกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพเกี่ยวกับการแสดงแทน เช่น กลวิธีการวาดภาพแทนข้อมูล (Drawing Strategy) ผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) โมเดลของเฟรเยอร์ (Frayer Model) (Starke, 2020) จากการวิเคราะห์ขั้นตอนของรูปแบบการสอนที่เน้น กระบวนการแอบสแตรกชันทั้ง 4 ข้างต้น พบว่า หากสอดแทรก “กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ” ในแต่ละขั้นตอน จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนสามารถที่จะทำความเข้าใจข้อมูลหรือสถานการณ์ได้อย่างชัดเจน รวมถึงสนับสนุนให้นักเรียนสามารถแปลความหมายข้อมูล จนนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่เป็นกรณีทั่วไปได้

จากการศึกษางานวิจัยผลการใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแทรกชัน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (นาเดีย กองเบ้ง, 2555) ส่วนการนำกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพไปใช้ในการเรียนการสอน จะช่วยเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้และทำความเข้าใจ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการนำเสนอข้อมูลที่เป็นประโยชน์กับผู้เรียน ผลกระทบของการเรียนรู้ประเภทนี้จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น จึงเป็นเรื่องง่ายในการยอมรับกลยุทธ์การเรียนรู้เชิงภาพมาใช้ประโยชน์ในการเรียนรู้ในชีวิตประจำวัน และจากการวิเคราะห์ขั้นตอนการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแทรกชัน พบว่า ในขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 ของกระบวนการแอบสแทรกชัน ได้แก่ การสร้างความคุ้นเคย และการหาลักษณะร่วม จะมีความเชื่อมโยงกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านที่ 1 คือ ความสามารถในการแยกแยะข้อมูล และด้านที่ 2 คือ ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ ในขณะที่ขั้นที่ 3 ของกระบวนการแอบสแทรกชัน คือ การทำให้อยู่ในรูปทั่วไป จะมีความเชื่อมโยงกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ด้านที่ 3 คือ ความสามารถในการค้นหาหลักการ และขั้นที่ 4 ของกระบวนการแอบสแทรกชัน คือ การประยุกต์ความรู้ จะอาศัยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้งสามด้านประกอบกัน ส่งผลให้นักเรียนมีการคิดที่เป็นระบบสามารถนำทักษะเหล่านี้ไปใช้ในการเรียนรู้เผชิญกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ตนเองพบในวันข้างหน้าได้ และหากนักเรียนคนใดมีทักษะการคิดวิเคราะห์ดีจะสามารถเข้าใจกับปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ใช้กระบวนการคิดที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมได้

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแทรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชัน เนื่องจากมโนทัศน์เรื่องฟังก์ชันเป็นเรื่องที่ยาก มีความสลับซับซ้อน และเป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาอื่น ๆ เช่น ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ลิมิตและความต่อเนื่อง แคลคูลัส เป็นต้น หากผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องฟังก์ชัน จะช่วยให้สามารถเรียนเรื่องอื่น ๆ ได้ ดังนั้นการจัดรูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแทรกชันในเรื่องฟังก์ชันน่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแทรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแทรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแทรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแทรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพกับ มีความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแทรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแทรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ หมายถึง วิธีการ กิจกรรม หรือสื่อการเรียนรู้ ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถจัดระบบความคิด จัดการข้อมูล และนิภาพหรือจินตนาการเกี่ยวกับข้อมูล ทำให้สามารถทำความเข้าใจและแปลความหมายของข้อมูล มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างของข้อมูล และสามารถหาข้อสรุปของความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปกรณีทั่วไปได้ ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ ดังนี้

1.1. กลวิธีการวาดภาพแทนข้อมูล หมายถึง วิธีการหรือกิจกรรมที่ให้นักเรียนวาดภาพหรือใช้ภาพในการแทนข้อมูลหรือเนื้อหาที่มีรายละเอียดมากจากสถานการณ์เพื่อจัดการข้อมูลและนิภาพหรือจินตนาการเกี่ยวกับข้อมูลได้ แล้วเน้นให้ใช้ภาพวาดดังกล่าวในการทำความเข้าใจและแปลความข้อมูล และระบุความสัมพันธ์ระหว่างของข้อมูล รวมถึงหาข้อสรุปของความสัมพันธ์

1.2. โมเดลของเฟรเยอร์ หมายถึง วิธีการหรือกิจกรรมที่ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับ คำจำกัดความของแนวคิด ลักษณะสำคัญของแนวคิด รวมถึงสิ่งที่เป็นและไม่เป็นตัวอย่างของแนวคิดลงในช่องตาราง 4 ช่อง เพื่อให้นักเรียนสามารถจัดระบบความคิดหรือจัดการข้อมูล ส่งผลให้นักเรียนสามารถหาข้อสรุปของความสัมพันธ์ของข้อมูล

1.3. ผังมโนทัศน์ หมายถึง วิธีการหรือกิจกรรมที่ให้นักเรียนเขียนแผนภาพในการอธิบายและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนสามารถจัดระบบของเนื้อหาและลำดับความคิดของตนเอง รวมถึงมองเห็นความสัมพันธ์ของความรู้ต่าง ๆ ของเนื้อหา

2. การใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแทรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแทรกชัน ตามแนวคิดของ Mitchelmore and White (2010) ที่เน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการแอบสแทรกชันในการสร้างความรู้ใหม่ที่เป็นนามธรรมและมีการนำความรู้ไปใช้งาน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรม ครู นักเรียน หรือครูและนักเรียน ใช้กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ ให้เหมาะสมกับเนื้อหาหรือกิจกรรม ซึ่งอาจใช้หลายกลวิธีร่วมกันได้ เพื่อให้นักเรียนสามารถนิภาพและเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ในบริบทการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 สร้างความคุ้นเคย เป็นขั้นที่เน้นให้นักเรียนทำความเข้าใจและสร้างความคุ้นเคยของแต่ละบริบทการเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นตัวอย่าง ข้อมูล หรือสถานการณ์ โดยครู หรือนักเรียน หรือครูร่วมกับนักเรียน ใช้ “กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ” เพื่อแสดงแทนหรือจัดระบบของบริบทการเรียนรู้ ที่เอื้อให้สามารถค้นหาและรวบรวมลักษณะสำคัญของแต่ละบริบท เพื่อนำไปใช้ในขั้นที่ 2

ขั้นที่ 2 ค้นหาลักษณะร่วม เป็นขั้นที่ให้นักเรียนค้นหาลักษณะร่วมและแบบรูปต่าง ๆ โดยเน้นการสอนหรือจัดกิจกรรมโดยครู หรือนักเรียน หรือครูร่วมกับนักเรียน ใช้ “กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ” ในการพิจารณาเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแต่ละบริบทโดยใช้ข้อมูลและลักษณะสำคัญที่สำรวจได้จากขั้นที่ 1 จนสามารถค้นหาลักษณะร่วมและแบบรูปต่างๆ โดยครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดที่หลากหลาย

ขั้นที่ 3 ทำให้อยู่ในรูปทั่วไป เป็นขั้นที่นักเรียนสร้างข้อสรุปในรูปทั่วไป โดยครู หรือนักเรียน หรือครูร่วมกับนักเรียนใช้ “กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ” เพื่อแปลงลักษณะร่วมและแบบรูปต่าง ๆ เป็นข้อสรุปที่เป็นกรณีทั่วไป ซึ่งอาจเป็นนิพจน์ กฎเกณฑ์ หรือหลักการ โดยครูคอยกระตุ้นและช่วยเหลือจนนักเรียนสามารถสร้างข้อสรุปที่เป็นกรณีทั่วไปได้

ขั้นที่ 4 ประยุกต์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อสรุปที่เป็นความรู้ใหม่ ร่วมกับ “กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ” ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลายทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง (The One-Group Pretest Posttest Design) ที่มีกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว โดยก่อนการทดลองจะมีการทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และหลังจากทดลองการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแตรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ จะมีการทดสอบหลังการทดลอง ได้แก่ ความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

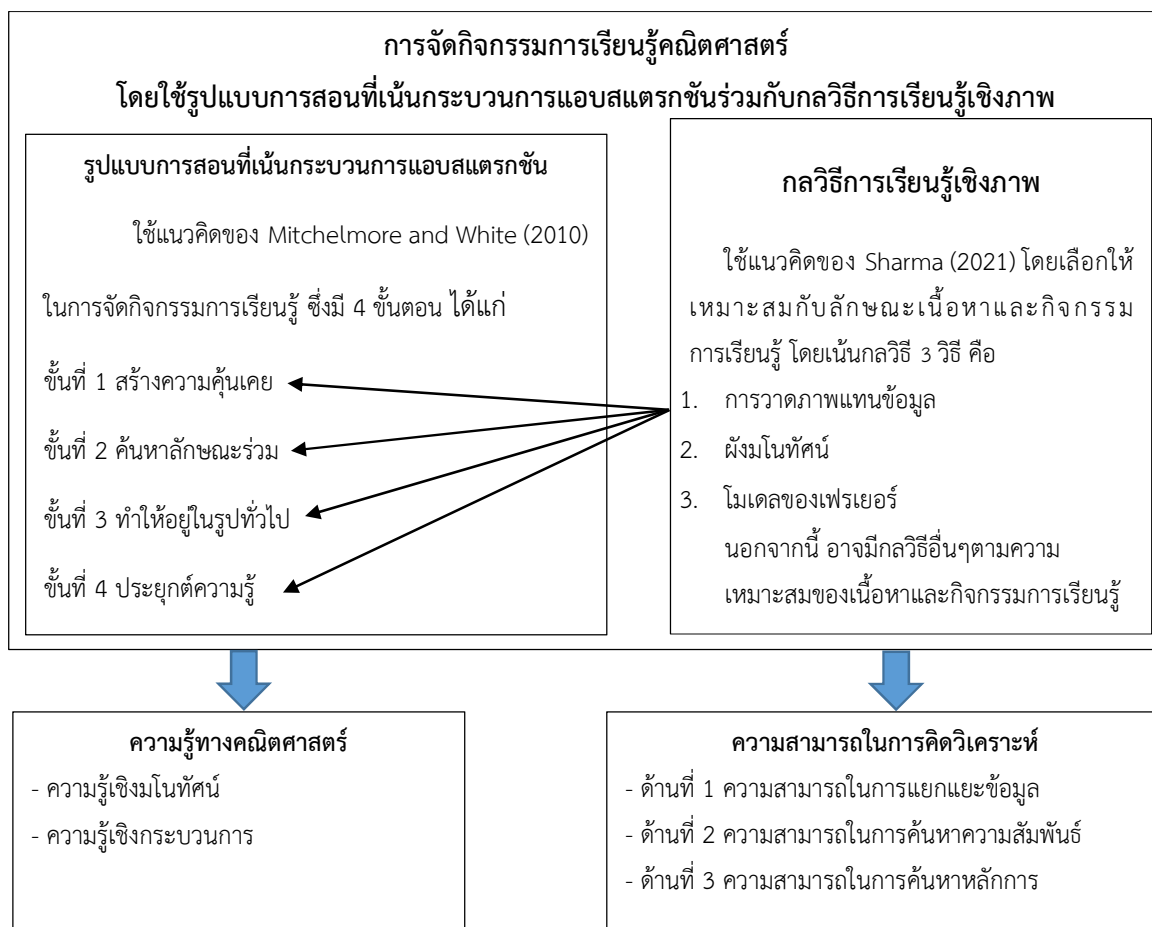
ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุโขทัยวิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษาสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนสุโขทัยวิทยาคม จังหวัดสุโขทัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษาสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ โดยผู้บริหารและครูมีความสนใจให้ความร่วมมือและอนุญาตให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในปีการศึกษา 2564 มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 12 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 435 คน ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน โดยพิจารณาจาก 1. เป็นนักเรียนที่ศึกษาอยู่ในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ 2. เป็นนักเรียนห้องที่มีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยรวมของทั้งชั้นเรียนมากที่สุด และ 3. เป็นนักเรียนที่มีเวลาเข้าเรียนในขณะทดลองอย่างน้อยร้อยละ 80 ของเวลาในการทดลอง

2. กรอบแนวคิดในการวิจัย

ภาพ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย



3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

3.1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแตรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 20 แผน ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วยหัวข้อมาตรฐานการเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ได้พัฒนาขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความเหมาะสมของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้และนำไปใช้จัดการกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างภายหลังที่มีการปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.2. แบบสอบถามความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาทำ 50 นาที โดยภายหลังจากที่มีการตรวจโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และทดสอบกับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

โรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ เนื่องจากเป็นโรงเรียนที่ผู้บริหารและครู ให้ความสำคัญร่วมมือ จากการทดสอบพบว่า แบบสอบมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.807 ข้อสอบมีค่าความยาก อยู่ระหว่าง 0.3 และ 0.8 มีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.3 และ 0.9

3.3. แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบจากสถานการณ์ จำนวน 4 ตัวเลือก จำนวนฉบับละ 15 ข้อ ใช้เวลาทำฉบับละ 50 นาที เนื้อหาที่ใช้คือ เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงหรือความรู้ทั่วไปจากบทความและหนังสือพิมพ์ โดยภายหลังจากที่มีการตรวจโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และทดสอบกับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ เนื่องจากเป็นโรงเรียนที่ผู้บริหารและครู ให้ความสำคัญร่วมมือ จากการทดสอบพบว่า แบบวัดฉบับก่อนเรียน มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.824 ข้อสอบมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.2 และ 0.8 และมีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.2 และ 0.7 และแบบวัดฉบับหลังเรียน ข้อสอบมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.630 และมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.3 และ 0.7 มีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.2 และ 0.6

4. การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

เนื่องจากในระหว่างการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ได้เกิดสถานการณ์ของการแพร่ระบาดของโรค COVID-19 ผู้วิจัยจึงดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลหลายรูปแบบทั้งการสอนในห้องเรียนปกติ และการสอนแบบออนไลน์ผ่านโปรแกรม Google meet โดยผู้วิจัยควบคุมการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนการดำเนินการวิจัยอย่างเคร่งครัด รวมถึงผู้วิจัยยังได้ชี้แจงและขอความร่วมมือกับนักเรียนให้ตั้งใจ พยายามและทำกิจกรรมอย่างเต็มความสามารถ รวมถึงขอร่วมมือกับนักเรียนให้ทำข้อสอบอย่างเต็มความสามารถเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

4.1. ก่อนทดลอง ผู้วิจัยทดสอบ “ความสามารถในการคิดวิเคราะห์” ของนักเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ฉบับก่อนเรียน

4.2. ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามกรอบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแบบสแตกรชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ จำนวน 20 คาบ คาบละ 50 นาที โดยใช้เวลา 10 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

4.3. หลังการทดลอง ผู้วิจัยทดสอบ “ความสามารถในการคิดวิเคราะห์” ของนักเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ฉบับหลังเรียน และทดสอบ “ความรู้ทางคณิตศาสตร์” ของนักเรียน โดยใช้แบบสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจัดสอบวันละ 1 ฉบับ จากนั้นผู้วิจัยตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์และสรุปคะแนนเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัยทำการทดสอบข้อมูลคะแนนจากแบบสอบและแบบวัดเพื่อตรวจสอบว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ พบว่า 1. ข้อมูลคะแนนความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีการแจกแจงไม่ปกติ (ค่า $p = .01$) 2. ข้อมูลคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หับก่อนเรียนของนักเรียนมีการแจกแจงไม่ปกติ (ค่า $p < .001$) และ 3. ข้อมูลคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หับหลังเรียนของนักเรียนมีการแจกแจงปกติ (ค่า $p = .09$) สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

5.1 เปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสตรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยนำคะแนนจากแบบสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยการทดสอบแบบ Wilcoxon signed-rank test

5.2 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสตรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยนำคะแนนสอบหลังเรียนจากแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยการทดสอบแบบ Wilcoxon signed-rank test

5.3 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสตรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนำคะแนนสอบจากแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์หับก่อนเรียนและหับหลังเรียนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิต ด้วยการทดสอบแบบ Wilcoxon signed-rank test

ผลการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสตรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพสูง มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ ไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1

การเปรียบเทียบคะแนนความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ด้วยการทดสอบแบบ Wilcoxon signed-ranks test (นักเรียนทั้งหมด 35 คน)

	คะแนนเต็ม	ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม	M	SD	z	p
ความรู้ทางคณิตศาสตร์	30	21	18.66	1.35	-4.994	<.001

* มีระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสตรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และ มีความสามารถในการ

การคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงดังตาราง 2 และ ตาราง 3 ตามลำดับ

ตาราง 2 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระหว่างหลังเรียนกับก่อนเรียน ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ด้วยการทดสอบแบบ Wilcoxon signed – ranks test (นักเรียนทั้งหมด 35 คน)

	คะแนนเต็ม	ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม	M	SD	z	p
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์	15	10.50	11.37	1.88	-2.783	.01*

* มีระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตาราง 3 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระหว่างหลังเรียนและก่อนเรียน ด้วยการทดสอบแบบ Wilcoxon signed-ranks test (นักเรียนทั้งหมด 35 คน)

	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		z	p
		M	SD	M	SD		
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์	15	7.86	2.15	11.37	1.88	-5.081	<.001*

* มีระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

อภิปรายผล

การวิจัยเกี่ยวกับผลการใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแทรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยนำเสนอการอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

(1) ผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแทรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ ไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ และไม่สอดคล้องกับผลการวิจัยของนาเดีย กองเป้ง (2555) ที่ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแอบสแทรกชัน พบว่า นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง ซึ่งการที่นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดี จะช่วยส่งเสริมให้เกิดความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีได้ นอกจากนี้ ยังไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mitchelmore et al. (2007) ทำการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนที่เรียกว่า “การสอนสำหรับกระบวนการแอบสแทรกชัน (Teaching for Abstraction Approach)” ที่มีต่อมโนทัศน์และการประยุกต์เรื่องอัตราและอัตราส่วนของนักเรียนเกรด 8 โดยทำการศึกษา นักเรียน 3 กลุ่ม คือ กลุ่มสูง กลุ่มกลาง และกลุ่มต่ำ พบว่า นักเรียนทั้ง 3 กลุ่มมีมโนทัศน์ เรื่องอัตราและอัตราส่วนสูงกว่าก่อนการทดลอง และสามารถแก้ปัญหาเรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้อาจมีเหตุผลสนับสนุน 3 ประการ ดังนี้

ประการแรก การจัดกิจกรรมการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแทรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพทั้ง 4 ขั้นตอนใช้เวลามาก ประกอบด้วยขั้นที่ 1 สร้างความคุ้นเคย นักเรียนใช้กระบวนการคิด

เพื่อทำความเข้าใจบริบทการเรียนรู้ที่นักเรียนคุ้นเคย ผ่านการใช้ “กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ” เพื่อแสดงแทน (Represent) หรือจัดระบบข้อมูลของบริบทการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างบริบทการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบความเหมือนและความต่างของแต่ละบริบทการเรียนรู้ จนสามารถค้นหาลักษณะสำคัญของมโนทัศน์ได้ ขั้นที่ 3 ทำให้อยู่ในรูปทั่วไป นักเรียนใช้ “กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ” เพื่อแปลงลักษณะสำคัญของมโนทัศน์ให้อยู่ในรูปที่เข้าใจได้ง่าย จนสามารถนำลักษณะสำคัญต่าง ๆ มาสร้างข้อสรุปที่เป็นกรณีทั่วไปหรือความรู้ใหม่ได้ และขั้นที่ 4 ประยุกต์ใช้ความรู้ นักเรียนได้มีโอกาสนำความรู้ใหม่ ร่วมกับ “กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ” ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย ทำให้นักเรียนสามารถประเมินตนเองได้มีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้นอย่างไร ขั้นตอนทั้ง 4 ข้างต้นเน้นให้นักเรียนใช้ความรู้เดิม เพื่อสร้างความเข้าใจเนื้อหาใหม่ด้วยตนเอง ซึ่งในการทดลองพบว่ามีเนื้อหาใหม่หลายหัวข้อที่นักเรียนใช้เวลามากในการทำความเข้าใจเนื้อหาใหม่เนื่องจากความรู้พื้นฐานไม่มากพอ ส่งผลให้นักเรียนมีเวลาฝึกใช้ความรู้ ในขั้นที่ 4 เพื่อให้เกิดความเข้าใจไม่เพียงพอ ดังตัวอย่างเรื่อง การเขียนฟังก์ชันกำลังสองในรูป $f(x) = ax^2 + bx + c$ ให้อยู่ในรูป $f(x) = a(x - h)^2 + k$ ที่ให้นักเรียนมีการเชื่อมโยงความรู้เรื่อง กำลังสองสมบูรณ์ มาใช้ในการจัดรูป ผู้วิจัยพบว่ามีนักเรียนบางส่วนที่ขาดความรู้พื้นฐานในส่วนการจัดรูปสมการกำลังสอง ทำให้ไม่สามารถจัดรูปฟังก์ชันกำลังสองได้ ซึ่งส่งผลให้ในขั้นที่ 4 นักเรียนหลายคนไม่สามารถนำความรู้มาใช้ได้ เมื่อต้องพบกับบริบทสถานการณ์ที่แตกต่างออกไป

ประการที่สอง อาจเป็นเพราะในช่วงที่มีการสอน เป็นช่วงที่มีการระบาดของโรค COVID-19 ทำให้การจัดกิจกรรมการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแทรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพมีการปรับไปมา โดยมีทั้งรูปแบบปกติ รูปแบบออนไลน์ และรูปแบบผสมผสาน ส่งผลให้การเรียนการสอนในแต่ละครั้งไม่เป็นไปอย่างต่อเนื่อง เกิดกระทบต่อตัวนักเรียนและตัวครูผู้สอน โดยส่งผลกระทบต่ตัวนักเรียน กล่าวคือ ในการเรียนรูปแบบออนไลน์ นักเรียนบางคนไม่ได้รับความรู้อย่างเต็มที่เนื่องด้วยการขาดความพร้อมของอินเทอร์เน็ต อีกทั้งการมีปฏิสัมพันธ์กับครูหรือกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนด้วยกัน ในการสื่อสารแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันไม่เพียงพอเท่ากับการเรียนในรูปแบบปกติ และสำหรับผลกระทบต่อตัวครูผู้สอน กล่าวคือ ในช่วงเวลาที่มีการเรียนในรูปแบบออนไลน์ ครูจะไม่สามารถให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่ไม่เข้าใจได้อย่างเต็มที่ อันเนื่องมาจากนักเรียนบางส่วนไม่เปิดกล้องและไม่เปิดไมค์ขณะเรียน ทำให้ครูไม่สามารถรู้ได้เลยว่านักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ที่เรียนอยู่หรือไม่ ดังคำกล่าวของสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Council of teachers of Mathematics, 1989 อ้างถึงใน เสาวลักษณ์ สุวรรณชัยรบ, 2563) ที่ระบุว่า การจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกัน มีโอกาสชี้แจงแนวคิด อธิบายเหตุผลและสื่อสารให้บุคคลอื่นเห็นด้วยกับแนวคิดของตนทั้งการพูดและการฟัง กิจกรรมดังกล่าวจะช่วยให้ นักเรียนได้สร้างความรู้ และเรียนรู้ที่จะรับฟังแนวคิดในลักษณะต่าง ๆ จนเกิดความชัดเจนในแนวคิดของตนเอง

ประการที่สาม เนื้อหาฟังก์ชันเป็นเรื่องยาก มีขอบเขตเนื้อหาที่ต้องใช้ระยะเวลาในการสร้างความรู้ค่อนข้างเยอะ จึงทำให้การฝึกในแต่ละชั้นเป็นไปอย่างรวบรัดเกินไป ส่งผลให้ในบางครั้งนักเรียนบางคนไม่สามารถเกิดมโนทัศน์ความรู้ได้ ประกอบกับ เนื้อหาในเรื่อง ฟังก์ชัน มีมโนทัศน์ที่ซับซ้อนหลายเรื่องทำให้นักเรียนเกิดความสับสน ดังตัวอย่างเช่น การวาดกราฟของฟังก์ชันกำลังสอง หากฟังก์ชันอยู่ในรูป $f(x) = ax^2 + bx + c$ นักเรียนจะต้อง 1) พิจารณาค่า a เพื่อกำหนดว่ากราฟของฟังก์ชัน จะเป็นพาราโบลาคว่ำหรือหงาย 2) หาจุดยอด (h, k) ของกราฟจากสูตร $\left(\frac{-b}{2a}, \frac{4ac-b^2}{4a}\right)$ หรือ เขียนฟังก์ชันให้อยู่ในรูป $f(x) = a(x-h)^2 + k$ 3) เลือก 2 - 3 คู่อันดับ โดยพิจารณาจากค่า x ที่สามารถแทนค่า y ได้ง่าย และ 4) ลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดยอด และคู่อันดับเหล่านั้น ซึ่งทุกขั้นตอนนักเรียนจะต้องมีความเข้าใจมโนทัศน์เกี่ยวกับความหมายของฟังก์ชันกำลังสอง สามารถระบุค่าคงที่ที่ได้จากฟังก์ชันมาแทนค่าเพื่อหาคู่อันดับหรือ จัดรูปฟังก์ชันได้ และสามารถแทนค่า x ในฟังก์ชันเพื่อหาค่า y ได้ อีกตัวอย่างหนึ่งคือ การเขียนกราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ในการวาดกราฟ นักเรียนจะต้องเลือกสมาชิกของฟังก์ชัน 3 - 4 คู่อันดับ โดยค่า x ที่เลือกจะมีทั้งจำนวนเต็มบวก ศูนย์ และจำนวนเต็มลบ จากนั้นนำคู่อันดับ (x, y) ที่หาค่ามาได้ นำไปแทนจุดในระบบพิกัดฉาก แล้วลากเส้นตรงเชื่อมระหว่างจุดนั้น ในขั้นตอนการวาดกราฟหากนักเรียนเลือก x ที่มีไม่ครบทั้งจำนวนเต็มบวก ศูนย์ และจำนวนเต็มลบ นักเรียนจะไม่สามารถสร้างกราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลได้ หรือ ในการแทนค่า x ลงในฟังก์ชันเพื่อหาค่า y นักเรียนจะต้องมีความรู้เรื่องเลขยกกำลังในการจัดรูปกลุ่มตัวเลขเพื่อหาค่า y หากนักเรียนแสดงวิธีหาค่า y ได้ไม่ถูกต้อง นักเรียนจะไม่สามารถสร้างกราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลได้ ผู้วิจัยจึงคิดว่าประการนี้อาจทำให้คะแนนแบบวัดความรู้ ทั้งเชิงมโนทัศน์และเชิงกระบวนการของนักเรียนไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

(2) ผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแตรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 และ 3 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยที่ใช้แนวคิดที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ แนวคิดการสอนด้วยการคิดเชิงอุปมา ได้แก่ งานวิจัยของ Hendriana, et al., (2017) ที่ได้ศึกษาการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุม มีวัตถุประสงค์ เพื่อตรวจสอบบทบาทของการเรียนรู้ที่สอนการคิดเชิงอุปมาต่อความสามารถในการตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์ของครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการศึกษาพบว่า 1) ความสามารถในการตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์ของครูที่ได้รับการเรียนรู้การคิดเชิงอุปมานั้นดีกว่าผู้ที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ 2) ปัจจัยการเรียนรู้และ KAM ("Kemampuan Awal Matematis" หรือ ความสามารถทางคณิตศาสตร์เบื้องต้น) ส่งผลต่อความสำเร็จของความสามารถในการตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์ของครู 3) มีผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้และ KAM ในการพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์ของครู 4) ความสามารถในการตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์ของครูยังไม่ถึงระดับที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการส่งตัวบ่งชี้คำถามที่ไม่ประจำและคำถามปลายเปิด และสอดคล้องกับงานวิจัยที่ใช้แนวคิดที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันอีกงานหนึ่ง คือ แนวคิดการสืบเสาะความรู้ (Inquiry) ได้แก่ งานวิจัยของกันต

พร ขาวแพร และ ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2562) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะความรู้ พบว่า นักเรียน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจมีเหตุผลสนับสนุน ดังนี้

ขณะที่นักเรียนดำเนินการสร้างมโนทัศน์และพัฒนาเป็นความรู้ใหม่แบบค่อยเป็นค่อยไป โดยอาศัย “กระบวนการแอบสแทรกชัน” และ “กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ” นั้น นักเรียนจะได้ฝึก “กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและทักษะที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์” โดยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านที่ 1 การแยกแยะข้อมูล นักเรียนจะได้ฝึกในขั้นที่ 1 การสร้างความคุ้นเคย โดยนักเรียนจะใช้กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพเพื่อแยกแยะข้อมูลและทำความเข้าใจในบริบทต่างๆ ตัวอย่างเช่น ในการสอนเนื้อหาเรื่อง ความหมายของฟังก์ชันจาก A ไป B ผู้วิจัยกำหนดบริบทการเรียนรู้ที่เป็นตัวอย่างของฟังก์ชันจาก A ไป B และตัวอย่างที่ไม่เป็นฟังก์ชันจาก A ไป B โดยผู้วิจัยได้ใช้กลวิธีการวาดภาพแทนข้อมูล แสดงดังภาพที่ 4 จากนั้นเน้นให้นักเรียนแยกแยะข้อมูลและลักษณะสำคัญของแต่ละบริบท สำหรับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านที่ 2 การค้นหาความสัมพันธ์ นักเรียนจะได้ฝึกในขั้นที่ 2 การค้นหาลักษณะร่วม นักเรียนจะใช้กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพเพื่อพิจารณาเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแต่ละบริบทโดยใช้ข้อมูลและลักษณะสำคัญที่สำรวจได้จากขั้นที่ 1 ตัวอย่างเช่น ในการสอนเนื้อหาเรื่อง ลักษณะของกราฟฟังก์ชันกำลังสอง ครูให้นักเรียนสังเกตลักษณะกราฟของฟังก์ชันแต่ละกราฟที่มีจุดวกกลับเดียวกัน กราฟจะมีลักษณะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง และบันทึกลักษณะที่ตนเองได้ค้นพบ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านที่ 3 การค้นหาหลักการ นักเรียนจะได้ฝึกในขั้นที่ 3 การทำให้อยู่ในรูปทั่วไป นักเรียนจะใช้ความรู้และความคิดจากการพิจารณาความสัมพันธ์โดยอาศัยกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ มาผสานข้อมูลจนเกิดข้อสรุปที่เป็นหลักการ หรือความรู้ใหม่ที่สามารถนำมาอธิบายความสัมพันธ์ข้อมูลจากสถานการณ์ได้ ตัวอย่างเช่น ในการสรุปความหมายของฟังก์ชันขั้นบันได ภายหลังจากที่นักเรียนได้ใช้กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ ในการพิจารณาข้อมูลว่ากลุ่มฟังก์ชันที่เป็นฟังก์ชันขั้นบันได มีลักษณะร่วมกันคืออะไร และแตกต่างจากฟังก์ชันที่ไม่เป็นฟังก์ชันขั้นบันไดอย่างไร นักเรียนจะนำข้อสังเกตที่ได้มาสรุปเป็นความหมายของฟังก์ชันขั้นบันได

จากความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 ด้านข้างต้น จะเห็นได้ว่า ในด้านที่ 1 นักเรียนจะได้รับการพัฒนาจากการทำกิจกรรมที่อาศัยขั้นที่ 1 ของกระบวนการแอบสแทรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ คือ การสร้างความคุ้นเคย ในด้านที่ 2 นักเรียนจะได้รับการพัฒนาจากการทำกิจกรรมที่อาศัยขั้นที่ 2 ของกระบวนการแอบสแทรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ คือ การค้นหาลักษณะร่วม และด้านที่ 3 นักเรียนจะได้รับการพัฒนาจากการทำกิจกรรมที่อาศัยขั้นที่ 3 ของกระบวนการแอบสแทรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ คือ การทำให้อยู่ในรูปทั่วไป และสำหรับขั้นที่ 4 ของกระบวนการแอบสแทรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ คือ การประยุกต์ใช้ความรู้ จะอาศัยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 ด้านประกอบกัน ซึ่งการใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 ขั้นดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง จะมีส่วนสนับสนุนให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการและทักษะที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ กล่าวคือ การสังเกต การแยกแยะข้อมูล

ในแต่ละบริบทการเรียนรู้ การค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในบริบทต่าง ๆ ที่หลากหลาย และการหาข้อสรุปที่เป็นหลักการทั่วไป จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ดีขึ้น

นอกจากนี้ การจัดกิจกรรมที่ใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแตรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ สอดคล้องกับแนวคิดของเกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546) ที่ได้สรุปว่า การจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบข้อเท็จจริง หรือข้อสรุปด้วยตนเอง จะช่วยส่งเสริมพัฒนาการคิดเชิงวิเคราะห์ สอดคล้องกับ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข (2559) ที่สรุปได้ว่า การมุ่งเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ การอ่าน การสืบค้น การอภิปราย การสรุป การสร้างความรู้ และการนำเสนอมากกว่าเป็นผู้รับฟังความรู้จากครู และช่วยพัฒนาให้นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดขั้นสูง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ ให้ความสำคัญการเลือก “กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ” ให้เหมาะสมกับบริบทการเรียนรู้และลักษณะของมโนทัศน์ ดังนั้น การออกแบบการสอนแต่ละมโนทัศน์ ครูควรวิเคราะห์ลักษณะสำคัญของมโนทัศน์ และออกแบบบริบทการเรียนรู้ที่นักเรียนคุ้นเคย เพื่อให้สามารถคัดเลือก “กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ” ให้มีความเหมาะสม

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ มุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์และความรู้ด้วยตนเอง จากบริบทการเรียนรู้โดยอาศัยกระบวนการแอบสแตรกชัน แม้ว่าจะมีการใช้ “กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ” เข้ามาช่วย แต่ก็ยังเป็นสิ่งที่ยากสำหรับนักเรียนบางคนที่มีความรู้และทักษะพื้นฐานไม่เพียงพอ อาจไม่สามารถสังเกตระบุลักษณะสำคัญของมโนทัศน์ สรุปมโนทัศน์และความรู้ด้วยตนเอง รวมถึงในช่วงแรก ๆ ของการทดลอง จะใช้เวลาค่อนข้างมาก ดังนั้นครูควรมีการแนะนำ และให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนดังกล่าว รวมถึงให้เวลานักเรียนมากพอในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอน

3. เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ ให้ความสำคัญการเลือก “กลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ” ซึ่งกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ จะมีหลายรูปแบบแตกต่างกันออกไป บางกลวิธีเป็นสิ่งที่ยากในการทำความเข้าใจด้วยตัวเอง บางกลวิธีเป็นกลวิธีที่ใหม่ต่อการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้การเลือกกลวิธีไปใช้ให้ได้ประสิทธิภาพมากขึ้น ครูควรทำการศึกษาว่าต้องสอนนักเรียนให้รู้จักกลวิธีดังกล่าวก่อนหรือไม่ หรือนักเรียนสามารถลงมือดำเนินการใช้กลวิธีนั้นได้ด้วยตนเอง

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ในระหว่างทดลอง ผู้วิจัยพบหลักฐานหรือร่องรอยที่สะท้อนว่า นักเรียนส่วนใหญ่ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมในขั้นที่ 1 ถึงขั้นที่ 3 นักเรียนแสดงการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ รวมถึงในขั้นที่ 4 นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับสถานการณ์ใหม่ได้ ดังนั้น จึงควรมีการศึกษามูลการใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแตรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพในด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

2. ควรมีการศึกษาลักษณะการจัดกิจกรรมที่ใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแตรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพกับกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่ม โดยเปรียบเทียบระหว่างห้องที่ได้รับการจัดกิจกรรมที่ใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแตรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพกับห้องที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เพื่อดูว่าการจัดกิจกรรมที่ใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแตรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพมีประสิทธิภาพช่วยให้นักเรียนมีความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ดีขึ้นหรือไม่

3. ควรมีการศึกษาลักษณะการจัดกิจกรรมที่ใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแตรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพที่มีต่อเจตคติในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากการจัดกิจกรรมที่ใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแตรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพนั้นผู้วิจัยสังเกตเห็นว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นในการจัดทำกิจกรรม กล้าแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน และมีความสนใจในการเรียนมากขึ้น

4. เนื่องด้วยสถานการณ์ที่ทำให้การเก็บข้อมูลในการศึกษาอยู่ในช่วงของการแพร่ระบาดของโรค COVID-19 ทำให้ผลการจัดกิจกรรมที่ใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแตรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพครั้งนี้มีหลากหลายรูปแบบ ทั้งเป็นแบบออนไลน์ แบบปกติ และแบบผสมผสาน ทำให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างไม่ราบรื่น แต่ผลการทดลองสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีคะแนนความรู้เฉลี่ยเกือบถึงร้อยละ 70 ผู้วิจัยคาดว่า จึงควรมีการศึกษาลักษณะการใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแตรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพ กับนักเรียนที่เรียนในห้องเรียนปกติ เพื่อทดสอบอีกครั้งว่านักเรียนมีคะแนนความรู้ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ดีขึ้นหรือไม่

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑*. โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กุลนิดา วรสารนันท์. (2552). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการอุปนัยที่มีต่อเมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กันตพร ขาวแพร และ ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ. (2562). *การศึกษาศักยภาพความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สถิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). *การคิดเชิงวิเคราะห์*. ชัคเคสมีเดีย.

- จรรยา บุญมีประเสริฐ. (2536). ผลการสอนแบบชี้แนะที่มีต่อความเข้าใจในการอ่านภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- นาเดีย กองเป้ง. (2555). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแอบสแตรกชันที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ เพียว ยินดีสุข. (2559). สอนนักเรียนทำโครงงานสอนอาจารย์ทำวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศุภลักษณ์ ครุฑคง. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2549). การวัดผลการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 5). ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560). โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2018. <https://pisathailand.ipst.ac.th/news-12/>
- สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ. (2562). รายงานผลทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) ม.6 ปีการศึกษา 2562. <http://niets.or.th>.
- สุวัฒนา เอี่ยมมอพรรณ. (2546). วิธีและเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดสำหรับครูในยุคปฏิรูปการศึกษา. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เสงี่ยม โตรัตน์. (2546). การสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์. วารสารศึกษาศาสตร์, 1, 26-37.
- เสาวลักษณ์ สุวรรณชัยรบ. (2563). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objective book 1: Cognitive domain*. Longman Group.
- Bruner, J. (1960). *The process of education*. Harvard University Press.

- Hendriana, H., Rohaeti, E. E., Hidayat, W. (2017). Metaphorical thinking learning and junior high school teacher's Mathematical questioning ability. *Indonesian Mathematical Society Journal on Mathematics Education*, 8(1), 55-64.
- Krulik, S., & Rudnick, A. J. (1993). *Reasoning and problem solving : A handbook for elementary school teachers*. Allyn and Bacon.
- Mitchelmore, M. C., White, P. (2004). *Teaching Mathematics concepts: Instruction for abstraction*. Invited regular lecture presented at the 10th International Congress on Mathematical Education, Copenhagen, Denmark.
- Mitchelmore, M. C., & White, P. (2010). Teaching for abstraction: A model. *Mathematical Thinking and Learning*, 12(3), 205-226.
- Mitchelmore, M. C., White, P., & McMaster, H. (2007). *Teaching mathematical concepts: Instruction for abstraction*. In J. Watson and K. Beswick (Eds). Proceedings of the 30th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australia, Hobart: 503-512.
- Raiyn, J. (2016). The role of visual learning in improving students' high-order thinking skills. *Journal of Education and Practice*, 7(24), 115-121.
- Sharma, R. (2021). *Visual Learning Strategies*. <https://learnfromblogs.com/visual-learning-strategies>
- Starke, K. (2020). *The Frayer model: What is it and how to use it*. <https://www.teachhub.com/teaching-strategies/2020/09/the-frayer-model-what-is-it-and-how-to-use-it/>