

การพัฒนาสมรรถนะและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง

The Development of Conceptual and Mathematical Reasoning Ability on the Similarity of 9th Grader using CANGELOSI's Conceptual Creation Strategies and High - Level Question

อธิปไตย ตันตินันท์ธนา¹ ขนิษฐา ชมภูวิเศษ² นำสุข ขวพวงษ์พิพัฒน์² นิภาดา จรัสเอี่ยม²

E-mail: atndragon12@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบ 1) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูงระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน 2) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูงระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 3) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูงระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน 4) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูงระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนบ้านสระประทีป จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 22 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง จำนวน 8 แผน และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test)

ผลการศึกษาพบว่า 1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: มโนทัศน์ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ CANGELOSI คำถามระดับสูง

Abstract

The objective of this research were is compare to 1) Mathematical Concepts on the similarity of 9th grader using CANGELOSI's conceptual creation strategies and high - level question between before learning and after learning. 2) Mathematical Concepts on the similarity of 9th grader using CANGELOSI's conceptual creation strategies and high - level question between after learning and 60 percent criteria. 3) The ability reasoning mathematical on the similarity of 9th grader using CANGELOSI's conceptual creation strategies and high - level question between before learning and after learning. 4) The ability reasoning mathematical on the similarity of 9th grader using CANGELOSI's conceptual creation strategies and high - level question between after learning and 60 percent criteria. The sample were of 9th

¹ นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

grader in the 1st semester of 2020, at Bansaprathip school, consisting of the 22 students which selected randomly through Simple random sampling technique. The research tools included 8 instructional plans using CANGELOSI's conceptual creation strategies and high - level question. The collected data were analyzed using the percentage, the arithmetic means, the standard deviation, and the t-test statistics.

The study result showed that: 1. Mathematical concepts on the similarity of 9th grader using CANGELOSI's conceptual creation strategies and high - level question after learning was statistically higher than before learning at the .05 level. 2. Mathematical concepts on the similarity of 9th grader using CANGELOSI's conceptual creation strategies and high - level question after learning was statistically higher than the 60 percent criteria at the .05 level. 3. Mathematical reasoning ability on the similarity of 9th grader using CANGELOSI's conceptual creation strategies and high - level question after learning was statistically higher than before learning at the .05 level. 4. Mathematical reasoning ability on the similarity of 9th grader using CANGELOSI's conceptual creation strategies and high - level question after learning was statistically higher than the 60 percent criteria at the .05 level.

Keywords: mathematical concepts, mathematical reasoning ability, CANGELOSI, higher order cognitive questions

ความเป็นมาของปัญหา

การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างคน สร้างสังคมและสร้างชาติ เป็นกลไกหลักในการพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับบุคคลอื่นในสังคมได้อย่างเป็นสุขในกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกศตวรรษที่ 21 เนื่องจากการศึกษามีบทบาทสำคัญในการสร้างความได้เปรียบของประเทศเพื่อการแข่งขันและยืนหยัดในเวทีโลกภายใต้ระบบเศรษฐกิจและสังคมที่เป็นพลวัต ประเทศต่างๆ ทั่วโลกจึงให้ความสำคัญและทุ่มเทกับการพัฒนาการศึกษา เพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของตนให้สามารถก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ภูมิภาคและของโลก (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560)

คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สำนักงานกระทรวงศึกษาธิการ, 2551) นอกจากนี้คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์แล้ว อัมพร ม้าคอง (2551) ยังได้แบ่งความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภทคือ ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ และความรู้เชิงโมนทัศน์ที่เป็นความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

โมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญมากในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นพื้นฐานสำคัญในการวางหลักการต่างๆ ไป การใช้โมนทัศน์เพื่อบอกเหตุผลและนำไปสู่การค้นพบความรู้ใหม่ หากนักเรียนมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้โมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการคิดเชิงโมนทัศน์ที่ถูกต้อง สามารถนำไปเชื่อมโยงประสบการณ์ เปรียบเทียบความเหมือนหรือแตกต่าง สร้างข้อสรุปที่เป็นข้อเท็จจริง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรืออธิบายเหตุผลต่างๆ กลวิธีการสร้างโมนทัศน์ของ CANGELOSI (1988) ซึ่งเป็นแนวคิดหนึ่งของการสร้างโมนทัศน์ที่น่าสนใจ ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การเรียงและการจัดกลุ่ม (Sorting and categorizing) ขั้นที่ 2 การสะท้อนผลและการอธิบาย (Reflecting and explaining) ขั้นที่ 3 สร้างหลักการทั่วไปและสามารถอธิบายรายละเอียดได้ชัดเจน (Generalizing and articulating) และขั้นที่ 4 การตรวจสอบและการปรับปรุง (Verifying and refining) จากทั้ง 4 ขั้นตอนจะพบว่า กลวิธีการสร้างโมนทัศน์ของ CANGELOSI ส่งเสริมให้นักเรียนสังเกต ฝึกคิด วิเคราะห์ ลองผิดลองถูก หาความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ จนนำไปสู่การสร้างโมนทัศน์ด้วยตนเอง ซึ่งการที่นักเรียนได้ลองผิดลองถูก ได้คิดทบทวนกับข้อมูลที่ได้มา ได้ใช้เวลาในการหาความสัมพันธ์จนนักเรียนสามารถสร้างโมนทัศน์ได้ด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนเข้าใจโมนทัศน์อย่างละเอียด ครบถ้วนและถูกต้อง จะทำให้นักเรียนจดจำโมนทัศน์ได้ยาวนาน ซึ่งสามารถนำโมนทัศน์เรื่องนั้นๆ มาต่อยอดไปสู่โมนทัศน์เรื่องอื่นๆ ได้เป็นอย่างดี (Lasley and Matczynski, 2002)

การที่นักเรียนจะสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ดั่งนั้น Brandt (1983) ได้เสนอแนวทางหนึ่งที่ครูควรนำมาส่งเสริมในการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คือ การใช้คำถามกระตุ้น ให้นักเรียนฝึกคิด ซึ่งคำถามของครูควรเป็นคำถามที่มีคุณภาพในการกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องใช้ความสามารถด้านการคิดในระดับที่สูงกว่าความรู้ความจำมาคิดแก้ปัญหาและหาคำตอบ ซึ่งสอดคล้องกับ สายันท์ ฉาน้อย (2549) ที่ได้บอกว่า คำถามระดับต่ำนิยมใช้ถามเพื่อทบทวนความรู้พื้นฐานหรือมโนทัศน์ของผู้เรียน ส่วนคำถามระดับสูงนั้นจะช่วยพัฒนาทักษะความคิดและการใช้เหตุผลให้แก่ผู้เรียน ซึ่ง Rosemary (1973) ได้นำเสนอลักษณะคำถามระดับสูงไว้ดังนี้ 1. คำถามที่ให้นักเรียนแปลนิยาม/หลักการทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นนามธรรม โดยการยกตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม 2. คำถามที่ให้นักเรียนแสดงวิธีการใหม่ๆ ในการแก้ปัญหา 3. คำถามที่ให้นักเรียนตัดแปลงคำถาม สถานการณ์หรือแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น โดยใช้คำพูดของตนเอง แต่ยังคงความหมายเดิม 4. คำถามที่ให้นักเรียนแปลความหมายจากข้อมูลทั่วไปให้อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์หรือในทางกลับกัน 5. คำถามที่ให้นักเรียนใช้ความสามารถในการใช้สัญลักษณ์แทนการมองสิ่งของกายภาพหรือปรากฏการณ์ และการสังเกตข้อมูลหรือมโนทัศน์ทางเรขาคณิต 6. คำถามที่ให้นักเรียนเปรียบเทียบ โดยบอกความเหมือน ความแตกต่าง หรือ บอกความสัมพันธ์ 7. คำถามที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน 8. คำถามที่ให้นักเรียนแสดงการพิสูจน์กฎหรือข้อความทางคณิตศาสตร์ 9. คำถามที่ให้นักเรียนพิจารณา/ตรวจสอบว่า ประโยคที่กำหนดให้ถูกต้องหรือไม่ โดยอาศัยหลักการให้เหตุผล 10. คำถามที่ให้นักเรียนค้นหาแบบรูป ดำเนินการตามรูป หรือคำถามที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยการค้นหาแบบรูป 11. คำถามที่ให้นักเรียนค้นพบวิธีการหรือข้อมูลที่นำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา 12. คำถามที่ให้นักเรียนคิดแบบกว้าง ซึ่งคำถามระดับสูงนั้นจะช่วยพัฒนาทักษะการคิดระดับสูงและการให้เหตุผลในการหาคำตอบให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากนักเรียนต้องใช้การคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ ในการหาคำตอบและเหตุผลของคำตอบที่เลือก การที่ครูใช้คำถามระดับสูงอย่างต่อเนื่อง จะช่วยพัฒนาความคิด มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน การใช้คำถามระดับสูงจึงเป็นสิ่งที่ครูควรนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (อัมพร ม้าคอง, 2546)

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนที่ทำให้การแก้ปัญหาสมบูรณนักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหา หรือวางแผนในการแก้ปัญหาได้หากปราศจากการให้เหตุผล (Alice and Shirel, 1999) นอกจากนี้ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่นักเรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้เกิดความเชื่อมั่น ความสามารถด้านเหตุผล และการคิด การตัดสินใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และในชีวิตประจำวัน จะช่วยให้นักเรียนมีสมรรถนะของการรับรู้ในทางคณิตศาสตร์ มีตรรกะในการคิด และสามารถอธิบายให้เหตุผลต่างๆ ให้ผู้อื่นรับรู้ข้อเท็จจริงได้ (กรมวิชาการ, 2551) โดย อัมพร ม้าคอง (2554) ได้กล่าวว่า การให้นักเรียนได้อธิบายหรือชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนการทำงาน เพื่อสะท้อนความคิดของตน และที่สำคัญคือนักเรียนจะได้ข้อสรุป หรือตัดสินใจถูกต้องของสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง มากกว่าที่จะเชื่อตามที่ครูบอก หรือตามที่หนังสือเขียนไว้

แม้ว่ามโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญมากในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ แต่ในการเรียนการสอนกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ในโรงเรียนบ้านสระประทีป ที่ผู้วิจัยปฏิบัติงานอยู่ยังไม่เป็นที่น่าพึงพอใจเท่าที่ควร ซึ่งจะเห็นได้จากผลการทดสอบระดับสถานศึกษาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560-2562 โดยกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้กำหนดเกณฑ์การผ่านให้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 60 แต่จากข้อมูลฝ่ายวัดผลประเมินผล พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560-2562 พบว่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย เท่ากับ 36.59, 42.40 และ 41.33 ตามลำดับ (โรงเรียนบ้านสระประทีป, 2560-2562) จะพบว่ามโนทัศน์ที่ด้อยแต่ยังคงต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ซึ่งเนื้อหาเรื่องความคล้ายเป็นพื้นฐานในการเรียนเรื่องต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น การแก้ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางในชีวิตประจำวัน อัตราส่วนตรีโกณมิติ การประยุกต์ตรีโกณมิติ ฯลฯ การที่นักเรียนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้ายต่ำ จะส่งผลต่อการเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่นต่อไป

ด้วยเหตุที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง เพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ได้ และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูงระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

2. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูงระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูงระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูงระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประเภทของการวิจัย
การพัฒนา มโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research)
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - 2.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านสระประทีป ตำบลเสิงสาง อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 3 จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 22 คน
 - 2.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านสระประทีป ตำบลเสิงสาง อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 22 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling)
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
การพัฒนา มโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง มีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลดังนี้
 - 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จัดกิจกรรมโดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 8 แผน ทำการสอนแผนละ 1 คาบเรียน จำนวน 3 คาบเรียน/สัปดาห์ รวม 3 สัปดาห์
 - 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมี 2 ประเภท คือ แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบปรนัย จำนวน 24 ข้อ โดยข้อสอบมีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.43-0.79 ค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ระหว่าง 0.29-0.60 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.89 และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยข้อสอบมีค่าความยากง่าย (P₂) มีค่าระหว่าง 0.43-0.60 ค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.52-0.95 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.84
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
การพัฒนา มโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง ผู้วิจัยมีขั้นตอนการดำเนินการทดลองดังนี้
 - 4.1 ทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านสระประทีป โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ใช้เวลา 1 คาบเรียน
 - 4.2 ทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านสระประทีป โดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบอัตนัย ใช้เวลา 1 คาบเรียน
 - 4.3 ทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านสระประทีปที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 22 คน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน แผนการเรียนรู้ละ 1 คาบเรียน
 - 4.4 ทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านสระประทีป โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ใช้เวลา 1 คาบเรียน

4.5 ทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านสระประทีป โดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบอัตนัย ใช้เวลา 1 คาบเรียน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เนื่องจากเป็นกรณีที่มีกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อยจึงทำการทดสอบการแจกแจงปกติของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการทดสอบ Shapiro-wilk ข้อมูลมีการแจกแจงปกติจึงทดสอบเพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติทดสอบที่กรณีประชากรสองกลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent sample)

5.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 เนื่องจากเป็นกรณีที่มีกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อยจึงทำการทดสอบการแจกแจงปกติของคะแนนหลังเรียนด้วยการทดสอบ Shapiro-wilk ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ จึงทดสอบเพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยใช้สถิติทดสอบที่ กรณีประชากรกลุ่มเดียว (t-test for one sample)

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธี การสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูงระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t	P
ก่อนเรียน	22	24	3.36	2.08	18.51*	0.000
หลังเรียน	22	24	16.59	4.57		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูงระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	คะแนนร้อยละ 60	\bar{X}	S.D	t	P
หลังเรียน	22	24	14.4	16.59	4.57	2.25*	0.018

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า การเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูงระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t	P
ก่อนเรียน	22	15	2.63	1.01	15.26*	0.000
หลังเรียน	22	15	10.41	3.10		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูงระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	คะแนนร้อยละ 60	\bar{X}	S.D.	t	P
หลังเรียน	22	15	9	10.41	3.10	2.14*	0.023

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูงผู้วิจัยได้นำมาอภิปรายผลดังนี้

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจากกลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง สามารถทำให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การเรียงและการจัดกลุ่ม (Sorting and categorizing) โดย ครูนำเสนอข้อมูลที่หลากหลาย ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ แยกแยะ และจัดกลุ่มข้อมูลด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล ขั้นที่ 2 การสะท้อนผลและการอธิบาย (Reflecting and explaining) ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องสะท้อนความคิดและอธิบายเหตุผลของการเรียงลำดับและการจัดกลุ่ม โดยครูใช้คำถามช่วยกระตุ้นความคิดของนักเรียนให้นักเรียนเปรียบเทียบ โดยบอกความเหมือน ความแตกต่าง หรือบอกความสัมพันธ์ ขั้นที่ 3 สร้างหลักการทั่วไปและสามารถอธิบายรายละเอียดได้ชัดเจน (Generalizing and articulating) ในขั้นนี้นักเรียนต้องประมวลความสัมพันธ์ในขั้นที่สอง มาสรุปเป็นหลักการทั่วไปและระบุลักษณะสำคัญ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ด้วยตนเอง โดยครูใช้คำถามที่ให้นักเรียนค้นหาแบบรูป ดำเนินการตามรูป หรือคำถามที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยการค้นหาแบบรูป หรือคำถามที่ให้นักเรียนแปลความหมายจากข้อมูลทั่วไปให้อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หรือในทางกลับกัน ขั้นที่ 4 การตรวจสอบและการปรับปรุง (Verifying and refining) ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องตรวจสอบข้อสรุปที่ได้ หากมีข้อผิดพลาดต้องปรับปรุงให้ถูกต้อง ทำให้นักเรียนได้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง โดยครูใช้คำถามที่ให้นักเรียนพิจารณา/ตรวจสอบว่า ประโยคที่กำหนดให้ถูกต้องหรือไม่ โดยอาศัยหลักการให้เหตุผล หรือคำถามที่ให้นักเรียนแสดงการพิสูจน์กฎหรือข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจากทั้ง 4 ขั้นตอนยังเป็นไปตามแนวคิดของ Bruner, Goodnow, and Austin (1956) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้มโนทัศน์ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้น สามารถทำได้โดยการค้นหาคุณสมบัติเฉพาะที่สำคัญของสิ่งนั้น เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่ใช่และไม่ใช่สิ่งนั้นออกจากกันได้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Slade (2007) ที่พบว่า กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI เป็นวิธีและแนวคิดที่ได้รับการยอมรับในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูงระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 พบว่า สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจากกลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง มีความเหมาะสมกับการพัฒนาและส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เพราะในขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ แยกแยะ และจัดกลุ่มข้อมูลด้วยตนเอง ได้อภิปรายร่วมกับเพื่อนๆ ในกลุ่ม และนำเสนอหน้าชั้นเรียน ทำให้นักเรียนได้เห็นการคิด วิเคราะห์ แยกแยะ และจัดกลุ่มข้อมูลที่หลากหลาย รวมทั้งครูยังมีการใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้คิด ส่งผลให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องและสามารถสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง และยังมี ความคงทนในมโนทัศน์นั้นได้นานอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของภูมิภักดิ์ วิทวิจิตร (2556) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี

การสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI มีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูงระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจากกลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากในทุกขั้นตอน นักเรียนได้คิด ได้ใช้เหตุผล เช่น การจัดกลุ่มข้อมูล การบอกความเหมือน ความแตกต่าง หรือบอกความสัมพันธ์ การแปลความหมายจากข้อมูลทั่วไปให้อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หรือในทางกลับกัน การตรวจสอบความถูกต้อง เป็นต้น ส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการในด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของภูมิฤทัย วิทวิทยิน (2556) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของเบญจมาศ ฉิมมาลี (2550) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของพรายวิไลภิกมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูงระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 พบว่า สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจากกลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากในทุกขั้นตอนครูจะใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ได้ใช้เหตุผลในการอธิบาย วิเคราะห์สิ่งต่างๆ ด้วยตนเองและเนื่องจากให้ทำกิจกรรมเป็นกลุ่มนักเรียนยังได้แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในกลุ่มอีกด้วย ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของภูมิฤทัย วิทวิทยิน (2556) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของเบญจมาศ ฉิมมาลี (2550) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของพรายวิไลภิกมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ คือร้อยละ 50 ที่กำหนดโดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากการพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง ในแผนทที่ 2 กับ 3 นักเรียนต้องใช้เวลาในการคิด วิเคราะห์ที่ค่อนข้างเยอะ เนื่องจากต้องพิจารณาทั้งขนาดของมุมและอัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่สมนัยกัน ควรแบ่งเวลาในกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม

2. ครูผู้สอนควรสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ให้ผ่อนคลาย และใช้คำถามที่ไม่ซับซ้อนและเข้าใจง่ายกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดและเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาของนักเรียน

3. คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย โดยใช้กลวิธีการสร้างโมเดลของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 บางคนมีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 เนื่องจากนักเรียนขาดความรอบคอบในการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ บางข้อไม่มีการเขียนตั้งนั้นครูผู้สอนจำเป็นต้องควบคุมให้นักเรียนเขียนให้ครบทุกข้อจึงจะสามารถส่งแบบทดสอบได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาการพัฒนาโมเดลและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีการสร้างโมเดลของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับชั้นอื่นๆ เนื้อหาอื่นๆ

2. ควรนำกลวิธีการสร้างโมเดลของ CANGELOSI ร่วมกับคำถามระดับสูง ไปใช้พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่นๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- เบญจมาศ ฉิมมาลี. (2550). ผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของพรายวิไลสิทธิ์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภูมิฤทัย วิทวิทยิน. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างโมเดลของ CANGELOSI ที่มีต่อความคงทนในการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โรงเรียนบ้านสระประทีป. (2560). รายงานประจำปีของสถานศึกษา ประจำปีการศึกษา 2560. นครราชสีมา: โรงเรียนบ้านสระประทีป.
- โรงเรียนบ้านสระประทีป. (2561). รายงานประจำปีของสถานศึกษา ประจำปีการศึกษา 2561. นครราชสีมา: โรงเรียนบ้านสระประทีป.
- โรงเรียนบ้านสระประทีป. (2562). รายงานประจำปีของสถานศึกษา ประจำปีการศึกษา 2562. นครราชสีมา: โรงเรียนบ้านสระประทีป.
- สายันท์ ฝาน้อย. (2549). การสอนกระบวนการคิดโดยการตั้งคำถาม. วารสารวารสารครู
- สำนักงานกระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). **แผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2579)**. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟิค.
- อัมพร ม้าคอง. (2546). **คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคอง. (2551). การพัฒนาโมเดลทางคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งโมเดลและคำถามระดับสูง. รายงานการวิจัย คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคอง. (2554). **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ**. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Alice, F. A. & Shirel, Y. (1999). Mathematics Reasoning During Small-Group Problem Solving. **Developing Mathematics Reasoning in Grades K-12 1999 Yearbook**. Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.
- Brandt, R. (1983). **Readings from Educational Leadership on teaching thinking**. Association for Supervision and Curriculum Development. Alexandria
- Bruner, J., Goodnows, J. J., & Austin. (1956). **A Study of Thinking**. New York: John Willey.

- Cangelosi, J. (1988). *Development and Validation of the Underprepared Mathematics Teacher Assessment*. New York: John Wiley & Sons.
- Lasley, T.J., and Matczynski, T.J. (2002). *Instruction model: strategies for teaching in a diversesociety*. Belmont Calif: Wadworth
- Rosemary Schmalz. (1973). S. P. *Categorization of Questions that Mathematics Teachers ask*. *Mathematics Teacher*.
- Slade, P. (2007). *A Constructivist Approach to Mathematic Education*. Memorial University of Newfoundland Education, 6390, pp. 9-12.