

การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
The Development of Mathematical Connection Skills by Using Model-Eliciting Activities on Interest and Value of Money of 11th Grade Students

ชุติกานุญ เหง้าชัยภูมิ^{1*} และ ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน²
Chutikan Ngouchaiyapoom^{1*} and Songsak Phusee-orn²

^{1*} สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม , ployz.chutikan@gmail.com
(Teaching of Science and Mathematics Program, Faculty of Education, Mahasarakham University)

² คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, songsak.p@msu.ac.th
(Faculty of Education, Mahasarakham University)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ให้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมด กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 นักเรียนกลุ่มที่มีปัญหาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 27 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities 2) แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 3) แบบประเมินพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และ 4) แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นแบบกึ่งโครงสร้าง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการพรรณนาวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 54.32 64.20 และ 76.95 ตามลำดับ อีกทั้งจากการประเมินพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากแบบประเมินพฤติกรรมและการสัมภาษณ์นักเรียนจากแบบสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า นักเรียนสามารถระบุความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาได้อย่างครบถ้วน และยังสามารถนำความรู้เหล่านั้นมาทำการเชื่อมโยงกันได้อย่างสมเหตุสมผล

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ การวิจัยปฏิบัติการ

ABSTRACT

This research purpose to develop connection skills in mathematic of the student in 11th grade. The average pass rate of 60 percent of students. The target group of this research was 27 students selected by using Purposive Sampling for 1 classroom of 11th grade in the second semester of 2019 academic year from

Roi-et wittayalai school, Muang, Roi-et. The research methodology is action research which consists of three spirals. The research instruments were: 1) 12 lesson plans of Model-Eliciting Activities, 2) Mathematical connection skills test, 3) the behavior assessment form and 4) the interview form. The data was analyzed by using mean, percentage, standard deviation and presenting qualitative data by analyzing descriptive data. The result was as follows: the mathematical connection skills score of 11th grade students by using the Model-Eliciting Activities is as follows: In the first, second and third spirals, the averages are 54.32 percent, 64.20 percent, and 76.95 percent respectively. Moreover, students be able to connect all mathematical knowledge together reasonably.

KEYWORDS: Model-Eliciting Activities, Mathematical connection skill, Action research

**Corresponding author, E-mail: ployz.chutikan@gmail.com โทร. 094-2615046*

Received: 24 March 2020 / Revised: 25 April 2020 / Accepted: 22 June 2020 / Published online: 30 December 2020

บทนำ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้กำหนดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น 5 ทักษะ คือ การแก้ปัญหา การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่จำเป็นของนักเรียน ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการได้ระบุถึงการพัฒนาทักษะและกระบวนการการเชื่อมโยงว่า การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และมีพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่อยอด จำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ และใช้ในการแก้ปัญหา และยังมีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) โดยมีความสอดคล้องกับโครงการประเมินผลการเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาด้านเศรษฐกิจ (Organization for the Economic Cooperation and Development: OECD) เพื่อเป็นการประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาของประเทศต่าง ๆ ด้วยการประเมินความสามารถพื้นฐานด้านการใช้ความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง เป็นการทดสอบว่านักเรียนจะสามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ในห้องเรียนไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงหรือสถานการณ์จริงได้หรือไม่ ซึ่งในปี 2015 พบว่านักเรียนมีคะแนนการสอบ PISA ในวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ย 415 คะแนน จากคะแนนเต็ม 1,000 คะแนน จัดอยู่ในกลุ่มที่คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยทั่วโลก 490 คะแนน จากผลคะแนนดังกล่าวสามารถบอกได้ว่านักเรียนไทยมีทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ต่ำเมื่อเทียบกับนักเรียนในประเทศอื่น ๆ เพื่อเป็นการยืนยันปัญหาเกี่ยวกับทักษะทางคณิตศาสตร์โดยเฉพาะทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ ซึ่งการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้เด็กนักเรียนเข้าใจภาษาของคณิตศาสตร์ ช่วยให้เด็กนักเรียนได้สร้างความเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสื่อที่เป็นรูป กราฟ สัญลักษณ์ต่าง ๆ และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ (NCTM, 1989) ดังที่อัมพร ม้าคนอง (2553) การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญและจำเป็นในการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (Meaningful learning) เนื่องจากการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดีขึ้น ทำให้มองเห็นความสำคัญและคุณค่าของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ สามารถนำไปใช้กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ และทำให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ ไม่ใช่แค่การเรียนทฤษฎี กฎ สูตร และบทนิยาม เพื่อใช้ในการ

แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีอยู่แคในห้องเรียนอีกต่อไป ดังนั้น ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จึงถูกเน้นมากในการเรียนการสอนในปัจจุบัน

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าหลักการ แนวคิดและทฤษฎีการสอน ที่จะนำมาพัฒนากระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งพบว่าวิธีการสอนแบบ Model-Eliciting Activities ถูกพัฒนาขึ้นจากวิธีการสอนแบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) โดยนักการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์ (Lesh, 2000) โดยเป็นการออกแบบกิจกรรมเพื่อช่วยกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทฤษฎี กฎ บทนิยาม สูตร และสมบัติต่าง ๆ มาใช้ในการสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) หรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนและหาคำตอบร่วมกันเป็นกลุ่มจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถพบได้จริงในชีวิตประจำวัน กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ควรนำปัญหาที่ท้าทาย น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแก้ปัญหา มีแนวทางในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ โดยนักเรียนสามารถนำไปปรับเปลี่ยนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้ นอกจากนี้มีขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน Stohlmann (2013) ได้นำเสนอการนำแนวคิด Model-Eliciting Activities ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน 1) อ่านบทความและตอบคำถามเตรียมความพร้อม คือ นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจกับบทความจากหนังสือพิมพ์ หรือเรื่องราวที่สร้างขึ้นโดยอ้างอิงจากเรื่องจริง จากนั้นตอบคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในบทความ โดยทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาและนึกถึงความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง 2) จัดการสถานการณ์ปัญหา คือ แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3-5 คน แล้วอ่านคำชี้แจงปัญหาพร้อมข้อมูลสำคัญประกอบ ซึ่งสถานการณ์ปัญหาจะบอกสิ่งที่นักเรียนต้องพิจารณา คือ องค์ประกอบสำคัญของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา ความสัมพันธ์และการดำเนินการขององค์ประกอบ รวมถึงแบบรูปและกฎที่ใช้กับความสัมพันธ์และการดำเนินการขององค์ประกอบนั้น 3) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแนวทางที่ร่วมกันคิดในการแก้ปัญหามาเขียนวิธีในการแก้ปัญหาในรูปแบบเอกสาร เสร็จแล้วออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการในการแก้ปัญหาที่แตกต่างหรือเหมือนกัน หลังจากนั้นครูผู้สอนจะใช้คำถามที่เกี่ยวกับวิธีในการแก้ปัญหา โดยที่ผู้อื่นสามารถนำไปใช้ได้หรือไม่ สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่มีความคล้ายกันได้หรือไม่ 4) ประเมินผล คือ นักเรียนนำเสนอเสร็จแล้ว ครูผู้สอนจะให้นักเรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มเพื่อนมีความเหมาะสมและตรงกับความต้องการในโจทย์ปัญหาหรือไม่ พร้อมให้เหตุผล หลังจากนั้นนักเรียนจึงประเมินผลงานของกลุ่มตนเอง มีส่วนใดที่ต้องปรับปรุงแก้ไขอีกหรือไม่ อย่างไร โดยอธิบาย

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเทคนิคผังกราฟิก (ทิตนา แชมมณี, 2553) เป็นเทคนิคที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ จำนวนมาก เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้น และจดจำได้นาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเนื้อหาสาระหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้เรียนประมวลมานั้นอยู่ในลักษณะกระจัดกระจาย ซึ่งผังกราฟิกทำหน้าที่ช่วยจัดการกับเนื้อหา ข้อมูล และความคิดที่นักเรียนมีอยู่ในสมอง เป็นเครื่องมือจัดระเบียบความคิด โดยใช้เส้นวาดเข้าช่วย ในรูปแบบของตาราง (Table) แผนภาพ (Picture) แผนภูมิ (Chart) เส้นเวลา (Timeline) แผนผังและเส้นโยง (Diagram and Flowchart) รูปพีระมิด (Pyramid) เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้และข้อมูลจากความคิดในสมอง มาจัดวางได้อย่างเป็นระบบตามรูปแบบต่าง ๆ มีลักษณะเด่นในการเก็บข้อมูล ความคิด ข้อเท็จจริง เป็นแบบแผนแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงอย่างชัดเจน (ฉัตรริยา เลิศวิชา, 2557) จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิก ซึ่งมีรูปแบบหลายรูปแบบ เช่น ผังความคิด ผังก้างปลา ผังแมงมุม เป็นต้น (ทิตนา แชมมณี, 2553) ผู้วิจัยจึงเลือกเทคนิคผังก้างปลา ซึ่งเป็นผังที่แสดงสาเหตุของปัญหาที่มีความซับซ้อน จะช่วยทำให้เห็นสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่ชัดเจน ทำให้ทราบสาเหตุหลักๆ และสาเหตุย่อย ๆ ของปัญหา ทราบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา ซึ่งทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ถูกวิธี ไม่ต้องเสียเวลาแยกความคิดต่าง ๆ ที่กระจัดกระจายของแต่ละสมาชิก และจะช่วยรวบรวมความคิดของสมาชิกในทีม

จากเหตุผลและความสำคัญข้างต้น ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย ในการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่าเนื้อหาดังกล่าวเป็นเรื่องที่นักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ให้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมด

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 จำนวน 27 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) นักเรียนกลุ่มที่มีปัญหาเกี่ยวกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities

2.2 ตัวแปรตาม คือ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

3. เนื้อหาที่วิจัย คือ เนื้อหาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ซึ่งเป็นเนื้อหาเรขาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ปีการศึกษา 2562 เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน จำนวน 12 แผนการจัดการเรียนรู้

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีไปใช้ในการสร้างวิธีในการแก้ปัญหา สามารถตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และสามารถหาคำตอบร่วมกับผู้อื่นในกลุ่มได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยเป็นสถานการณ์ที่พบได้ในชีวิตจริง ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทฤษฎีบท บทนิยาม กฎ สูตร และสมบัติต่าง ๆ มาใช้ในกระบวนการคิดแก้ปัญหาหาคำตอบในสถานการณ์ในชีวิตจริงกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการของตนเอง โดยมีขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด Model-Eliciting Activities (MEAs) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 อ่านสถานการณ์สั้นๆ และตอบคำถามเตรียมความพร้อม เป็นขั้นตอนที่นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์สั้นๆ ให้ผู้เรียนได้อ่านทำความเข้าใจ โดยทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหา และนึกถึงความรู้ทักษะที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 จัดการสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนจัดกลุ่มให้กับนักเรียน โดยคละความสามารถของนักเรียนที่เรียนเก่ง นักเรียนที่เรียนปานกลาง และนักเรียนที่เรียนอ่อน ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-5 คน โดยสถานการณ์ปัญหาจะระบุถึงสิ่งที่นักเรียนจะต้องพิจารณา คือองค์ประกอบสำคัญและวิธีการแก้ปัญหา ความสัมพันธ์และการดำเนินการขององค์ประกอบ รวมถึง ทฤษฎีบท บทนิยาม กฎ สูตร และสมบัติต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันและการดำเนินการขององค์ประกอบนั้น โดยครูผู้สอนจะเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน

ขั้นตอนที่ 3 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทุกกลุ่มลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ โดยการเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบเอกสาร จากนั้นนักเรียนออกมาแนะนำวิธีนั้นหน้าชั้นเรียน และร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหาที่มีวิธีที่แตกต่างกันหรือเหมือนกัน โดยครูผู้สอนจะใช้คำถามเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหานักเรียนว่าง่ายต่อความเข้าใจของผู้อื่น และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหามีความเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร โดยอธิบาย

ขั้นตอนที่ 4 ประเมินผล เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนให้นักเรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหากลุ่มของตนเองและกลุ่มเพื่อน ว่ามีความเหมาะสม ตรงกับความต้องการของโจทย์ปัญหา และมีส่วนใดที่ต้องปรับปรุงแก้ไขหรือไม่ โดยให้นักเรียนอธิบาย หลังจากนั้นให้นักเรียนประเมินความรู้กลุ่มของตนเอง และประเมินความรู้ ทักษะ และวิธีการที่นักเรียนสร้างขึ้นมาใช้ในการแก้ปัญห

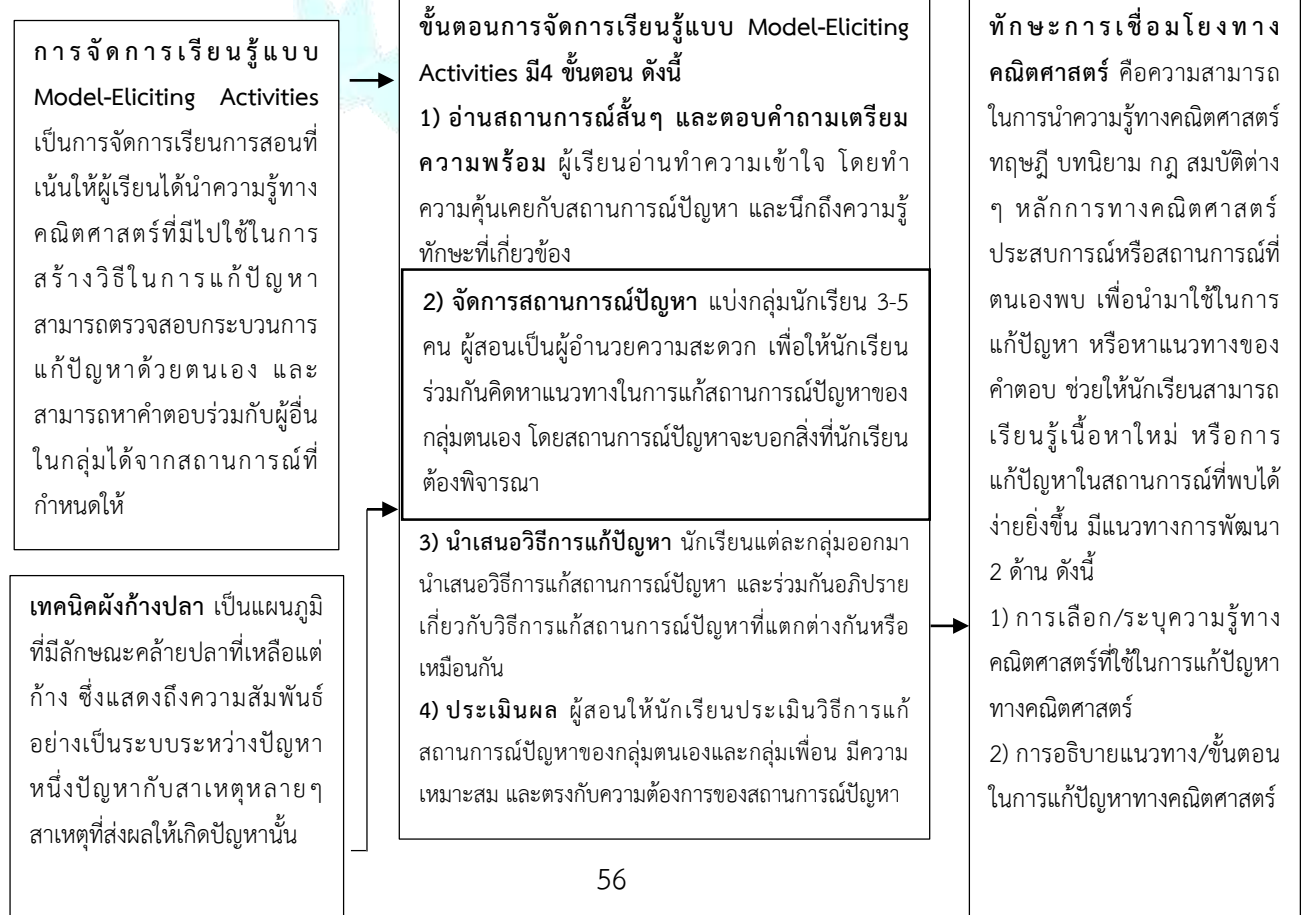
2. เทคนิคผังก้างปลา หมายถึง แผนภูมิที่มีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้าง เป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างปัญหาหนึ่งปัญหากับสาเหตุหลายๆ สาเหตุที่ส่งผลให้เกิดปัญหานั้น

3. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทฤษฎี บทนิยาม กฎสมบัติต่าง ๆ หลักการทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์หรือสถานการณ์ที่ตนเองพบ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือหาแนวทางของคำตอบ ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่พบได้ง่ายยิ่งขึ้น มีแนวทางในการพัฒนาแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

3.1 นักเรียนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยสามารถระบุรายละเอียดของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เป็น ทฤษฎี กฎ สูตร บทนิยาม สมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา

3.2 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน เป็นลำดับขั้นตอน โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ระบุไว้

กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ซึ่งผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัยโดยมีขั้นตอนดังนี้

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ซึ่งได้มาโดยเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 27 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน จำนวน 12 แผนการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 แผนการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ประเภทย่อย จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ
2. แบบประเมินพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
3. แบบสัมภาษณ์นักเรียน

คุณภาพของเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความเหมาะสม และแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน นำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบเกณฑ์ ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณมาจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ และพิจารณาระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายถึง มีความเหมาะสมดีมาก
คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายถึง มีความเหมาะสมดี
คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายถึง มีความเหมาะสมพอใช้
คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายถึง มีความเหมาะสมค่อนข้างต่ำ
คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50	หมายถึง มีความเหมาะสมต่ำมากหรือควรปรับปรุง

โดยค่าเฉลี่ยคะแนนของผู้เชี่ยวชาญประเมินอยู่ระหว่าง 4.22 – 4.42 ซึ่งผลการประเมินมีค่าเฉลี่ย 4.30 ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี

2. แบบทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับนิยามการเรียนรู้ นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยสมบัติมีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี, 2546) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 โดยพบว่า ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบ มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.60 – 1.00 ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ และได้มีการปรับแก้ความยาก - ง่าย ของข้อสอบให้มีความง่ายขึ้น เนื่องจากอาจเกิดการทำไม่ทันตามเวลาที่กำหนด อีกทั้งมีการปรับแก้เกี่ยวกับภาษา และเงื่อนไขของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้อง และครอบคลุมมากยิ่งขึ้น จากนั้นนำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย จำนวน 38 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ และตรวจสอบ

ข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่ต้องปรับปรุงแก้ไข นำคะแนนจากการทดสอบเบื้องต้นมาคำนวณหาคุณภาพ ประกอบด้วย อำนาจจำแนกของจากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัยของวิทนีย์และซาเบอร์ส (D.R Whitney and D.L Sabers) และค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient Reliability) ของคอนบาค (Cronbach) ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ เท่ากับ 0.79 0.79 และ 0.81 ตามลำดับ

3. แบบประเมินพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 2 ด้าน ที่ใช้ในการประเมิน คือ 1) การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 2) การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการประเมิน นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์ความสอดคล้อง โดยสมบัติมีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี, 2546) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 โดยพบว่า ค่าความสอดคล้องของแบบประเมินพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ตามเชิงพฤติกรรมที่ใช้ได้

4. แบบสัมภาษณ์นักเรียน ซึ่งประกอบด้วยประเด็นคำถาม 2 ประเด็น คือ 1) การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 2) การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับประเด็นที่ต้องการทราบโดยสมบัติมีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี, 2546) แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 ผลการพิจารณาพบว่าแบบสัมภาษณ์นักเรียนมีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์ที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงตามพฤติกรรมชีวิต

รูปแบบของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนของแนวคิดของ เคมมิส และแม็คแทกการ์ท (Kemmis and McTaggart, 1988 อ้างถึงใน ประสาท เนืองเฉลิม, 2561) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยดำเนินการทั้งสิ้น 3 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) เป็นการวางแผนที่นำไปสู่การปฏิบัติเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยจะทำการสำรวจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาเพื่อเสาะหาแนวทางในการแก้ปัญหาโดยทำการศึกษาตำรา ทฤษฎี แนวคิด เพื่อวางแผนวิธีการแก้ปัญหา และสร้างเครื่องมือที่จะใช้แก้ปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) เป็นการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ โดยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้ในขั้นที่ 1

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe) เป็นการติดตามผลการปฏิบัติ โดยผู้วิจัยจะดำเนินการไปพร้อม ๆ กับขั้นตอนการลงมือปฏิบัติ คือในระหว่างที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงถึงผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ร่วมกับสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออก

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) เป็นการสะท้อนแนวคิด และผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการสังเกต ว่าได้ดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เป็นการส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้เรียนรู้หรือเข้าใจจุดอ่อนและจุดแข็งของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การปรับแผนการดำเนินงาน เพื่อที่จะเริ่มต้นเข้าสู่วงจรปฏิบัติการต่อไป

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

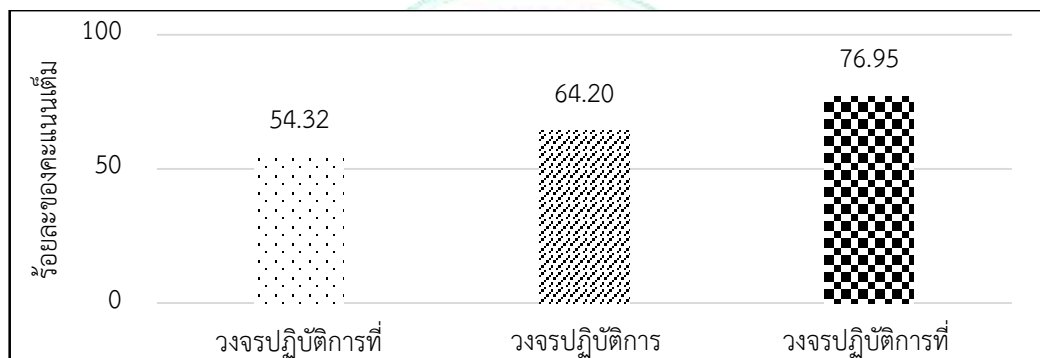
1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย, ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินพฤติกรรมและการสัมภาษณ์นักเรียนวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการเก็บข้อมูลจากแบบประเมินพฤติกรรมและแบบสัมภาษณ์นักเรียน นำมาวิเคราะห์ ตีความและสรุปในรูปแบบของการเขียนบรรยาย

ผลการวิจัย

จากการดำเนินการตามขั้นตอนในการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เป็นจำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ โดยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมด ซึ่งผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 27 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยจะทำการทดสอบหลังจากใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities แต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยนำคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มาพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมดดังภาพที่ 1



ภาพ 1 คะแนนเฉลี่ยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

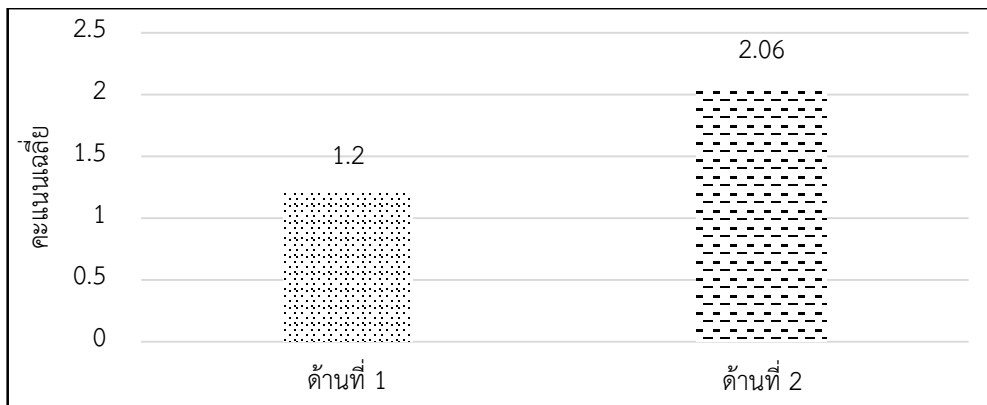
จากภาพ 1 พบว่า คะแนนรวมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ตามวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 54.32 64.20 และ 76.95 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีระดับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น เมื่อได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ และพบว่านักเรียนทุกคนมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

2. แบบประเมินพฤติกรรมและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนที่บ่งบอกถึงการมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ซึ่งได้จากการประเมิน 2 ด้าน ที่ใช้ในการประเมิน คือ 1) การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 2) การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. วงจรปฏิบัติการที่ 1

ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังภาพที่ 2



ภาพ 2 คะแนนเฉลี่ยแต่ละด้านของวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพ 2 พบว่า คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 1 และด้านที่ 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ย 1.20 และ 2.06 คะแนน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 2 มากกว่าด้านที่ 1 เนื่องจากนักเรียนมีความคุ้นชินกับการลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหาทันทีโดยไม่ได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และนักเรียนบางคนสามารถระบุนิยามทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงได้ แต่เป็นความรู้ที่ไม่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาที่กำหนด มีข้อผิดพลาดด้านการใช้สูตร กฎ บทนิยาม ทฤษฎีและสมบัติต่าง ๆ

2. วงจรปฏิบัติการที่ 2

ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยเพิ่มเทคนิคผังก้างปลาในกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 2 จัดการสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนสามารถตัดสินใจได้ว่าจะต้องใช้ความรู้เรื่องใดที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาอย่างเป็นระบบ ดังภาพที่ 3

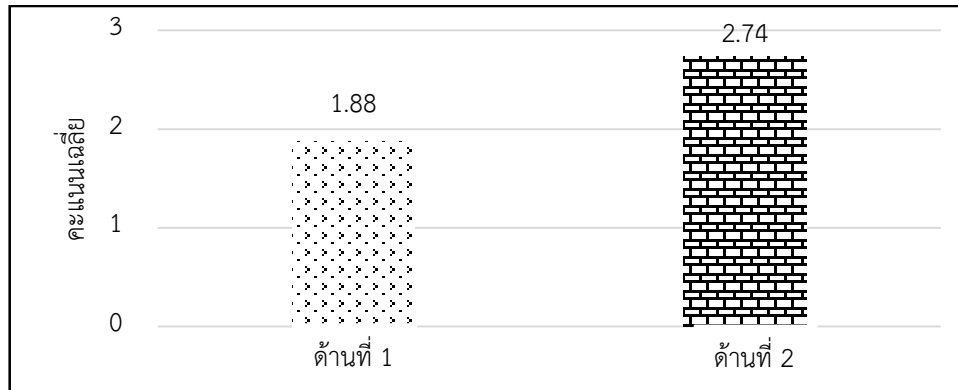


ภาพ 3 คะแนนเฉลี่ยแต่ละด้านของวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพ 3 พบว่า คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 1 และด้านที่ 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ย 1.52 และ 2.33 คะแนน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังคงมีคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 2 มากกว่าด้านที่ 1 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านที่ 1 เพิ่มขึ้นจากเดิม ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากนักเรียนมีความคุ้นชินกับการระบุนิยามที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหามากขึ้น สามารถมองเห็นภาพรวมของวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาแล้วนำมาระบุนิยามที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุได้ว่าสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ บทนิยาม ทฤษฎี หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา นำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ เพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา

3. วงจรปฏิบัติการที่ 3

ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยปรับปรุงเทคนิคผังก้างปลาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังภาพที่ 4



ภาพ 4 คะแนนเฉลี่ยแต่ละด้านของวงจรปฏิบัติการที่ 3

จากภาพที่ 4 พบว่า คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 1 และด้านที่ 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย 1.88 และ 2.74 คะแนน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังมีคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 2 มากกว่าด้านที่ 1 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านที่ 1 และด้านที่ 2 เพิ่มขึ้นจากเดิมเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังชี้ให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 1 และด้านที่ 2 มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ นักเรียนสามารถระบุการนำความรู้ หลักการ บทนิยาม ทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา สามารถตัดสินใจได้ว่าจะเลือกความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดก่อนและเรื่องใดหลังเพื่อใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา และมีความมั่นใจในการแสดงวิธีคิดของตนเองมากขึ้น สามารถอธิบายขั้นตอนในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้เหมาะสม ถูกต้องและสามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง

3. แบบสัมภาษณ์นักเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม โดยมีประเด็นในการสัมภาษณ์ 2 ประเด็น คือ 1) การเลือก/ ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 2) การอธิบายแนวทาง/ ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนไม่สามารถระบุและนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนแล้วไปเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเพื่อแก้ปัญหาได้ และยังไม่คุ้นเคยกับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นสถานการณ์ปัญหายาว ๆ อีกทั้งยังมีความเห็นว่าโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นสถานการณ์มีความยากกว่าโจทย์ปัญหาที่เป็นรูปแบบธรรมดาที่ได้เรียนมา

วงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนสามารถระบุและนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้วไปเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเพื่อแก้ปัญหาได้ แต่นำความรู้เรื่องนั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาผิด นักเรียนบางส่วนที่ยังไม่เข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนด ซึ่งเกิดจากสถานการณ์ปัญหามีความซับซ้อน และยากเกินกว่าที่นักเรียนจะเข้าใจด้วยตนเองในช่วงเริ่มแรกของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

วงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนสามารถระบุและนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนแล้วมาเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเพื่อแก้ปัญหาได้ ทั้งนี้เกิดจากการที่นักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ เมื่อนักเรียนสงสัยหรือไม่เข้าใจจะถามครูผู้สอนทันที

สรุปผล

นักเรียนมีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน วงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.78 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 54.32 เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 14 คน วงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้เพิ่มเทคนิคผังกราฟิกเข้ามาในกิจกรรมการเรียนการสอน นั่นคือ เทคนิคผังก้างปลา พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.56 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.20 เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 21 คน และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ปรับปรุงเทคนิคผังก้างปลาจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.85 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.95 เมื่อนำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้เทียบกับเกณฑ์มีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนทั้งหมด โดยมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ทั้งหมด 27 คน

อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน มีประเด็นที่นำมาอภิปราย ดังนี้

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน พบว่า คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.85 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.95 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนด โดยผลการวิจัยเป็นไปตามความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ จากการประเมินพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และการสัมภาษณ์นักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมและแบบสัมภาษณ์นักเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้การวิจัยปฏิบัติการ เพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาพฤติกรรมที่ต้องการ โดยดำเนินการเป็นวงจรปฏิบัติการ ซึ่งในแต่ละวงจรประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติ ขั้นสังเกต และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ โดยทั้ง 4 ขั้นตอนจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องในทุก ๆ กิจกรรม มีการปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียนทันที และสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่าง ๆ ของตนเอง เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป (Kemmis and McTaggart, 1989 อ้างอิงมาจากประสาธน์ เนื่องเฉลิม, 2561) ทำให้สามารถแก้ปัญหาและพัฒนาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ซึ่งจากการสะท้อนผลเป็นวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยพบว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1 มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ และสังเกตการแก้สถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างกันของกลุ่มอื่น ๆ ในชั้นเรียน นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการเรียนรู้แบบใหม่ทำให้นักเรียนมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 14 คน ในการนำเสนอปัญหานั้นจะต้องเป็นปัญหาที่นักเรียนอาจไม่เคยพบมาก่อน จึงทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียน และมีความกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบของปัญหานั้น ซึ่งสอดคล้องกับ กรมวิชาการ (2544) ที่ได้กล่าวว่า ครูผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้เนื้อหา และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ด้านที่ 1 นักเรียนบางส่วนยังไม่เข้าใจสถานการณ์ปัญหา ทำให้ไม่สามารถระบุความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อมาเชื่อมโยงกับการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ และใช้เวลาในการทำกิจกรรมนานทำให้เวลาไม่เพียงพอ และด้านที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายแนวทางหรือขั้นตอนในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาและคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถอธิบายแนวทางหรือขั้นตอนการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ เนื่องจากนักเรียนจดจำความรู้ที่ได้เรียนไปแล้วไม่ได้และนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งขั้นตอนที่ 2 จัดการสถานการณ์ เป็นการจัดกิจกรรมกลุ่มที่ทุกคนในกลุ่มจะต้องช่วยกันค้นคว้า สังเคราะห์ และสรุปองค์ความรู้ร่วมกัน แต่จะมีนักเรียน 2-3 คนของแต่ละกลุ่มเท่านั้นที่ทำกิจกรรมต่าง

ๆ เหล่านี้ ทำให้นักเรียนที่ไม่ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม ไม่เข้าใจสถานการณ์ปัญหาและไม่สามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหานั้นมาเชื่อมโยงในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey อ้างถึงใน ไพศาล สุวรรณน้อย, 2558) ที่ว่า การเรียนรู้เกิดจากการปฏิบัติหรือได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง (Learning by doing) ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยนำปัญหาที่พบไปพัฒนา และปรับแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีการเพิ่มเทคนิคผังก้างปลาในขั้นตอนที่ 2 จัดการสถานการณ์ มีการอธิบายขั้นตอนที่ละเอียด มีตัวอย่างที่ครอบคลุม ไม่ง่ายและไม่ยากจนเกินไป โดยเพิ่มเทคนิคผังความคิดเข้ามาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน นั่นคือ เทคนิคผังก้างปลา ซึ่งเป็นผังที่แสดงสาเหตุของปัญหาที่มีความซับซ้อน ช่วยทำให้นักเรียนเห็นสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่ชัดเจน (ทิศนา ขัมมณี, 2553) ดังที่ออสเชล (Ausubel, 1969) มีความเชื่อว่า การเรียนรู้จะมีความหมาย เมื่อสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้อยู่กับความรู้เดิมได้ และสร้างความหมาย ความเข้าใจเนื้อหาสาระหรือข้อมูลที่ได้เรียนรู้และทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยทั่วไปคือ ปัญหาหรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการแก้สถานการณ์ปัญหา และก้างปลาคือทักษะ กฎ ทฤษฎี หลักการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณาความรู้ทางคณิตศาสตร์จากผังก้างปลาเพียงแค่ 1-2 เรื่อง ที่จำเป็นในการนำมาเชื่อมโยงแก้สถานการณ์ปัญหา ในด้านที่ 1 นักเรียนสามารถตัดสินใจได้ว่าต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดก่อนและเรื่องใดหลังได้อย่างเป็นระบบ ทำให้นักเรียนมีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 แต่ยังมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 เนื่องจากไม่ทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นในกลุ่ม และด้านที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายแนวทางหรือขั้นตอนในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ดีขึ้น เมื่อเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 1 สามารถนำความรู้ที่ได้ระบุไว้ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ปรับปรุงการใช้เทคนิคผังก้างปลาในขั้นตอนที่ 2 จัดการสถานการณ์ โดยให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มออกแบบผังก้างปลาของตนเอง เมื่อออกแบบเสร็จแล้วนำของแต่ละคนมานำเสนอต่อกลุ่มเพื่อให้เพื่อนๆ ในกลุ่มช่วยกันพิจารณาออกมาเป็นผังก้างปลา 1 ผังของกลุ่มในการนำมาแก้สถานการณ์ปัญหา โดยผู้วิจัยได้อธิบาย สรุปเงื่อนไขหรือข้อกำหนดของหลักการในช่วงนั้น ๆ อีกครั้ง และเนื่องจากนักเรียนมีความเข้าใจในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มากขึ้น พร้อมทั้งผู้วิจัยได้แก้ไขข้อบกพร่องของการสอนเพื่อให้มีประสิทธิภาพ มุ่งเน้นให้นักเรียนสืบค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกทำความเข้าใจปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลายด้วยตนเอง ระบุความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการแก้สถานการณ์ปัญหาให้ได้มากที่สุด ส่งผลให้นักเรียนสามารถตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย

จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีไปใช้ในการสร้างวิธีในการแก้ปัญหา สามารถตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และสามารถหาคำตอบร่วมกับผู้อื่นในกลุ่มได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยผู้สอนมีหน้าที่เพียงคอยแนะนำ และจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมแก่การเรียนรู้ โดยในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ช่วยส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรชัย ปราบุญเหลือ (2560) ได้ทำการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา งานวิจัยนี้ได้ใช้ปัญหาในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ เช่นเดียวกับการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบราในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 45.45 57.49 และ 62.78 ตามลำดับ เมื่อนำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 50 พบว่าอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ผ่านเกณฑ์ และพอใช้ ตามลำดับและสอดคล้องกับงานวิจัยของวิহার เลิศสมิตพร (2558) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทาง

คณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ผู้สอนควรเข้าใจหลักการสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีไปใช้ในการสร้างวิธีในการแก้ปัญหา สามารถตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และสามารถหาคำตอบร่วมกับผู้อื่นในกลุ่มได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. สถานการณ์ปัญหาที่นำมาให้ผู้เรียนควรมีความครอบคลุม และเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน ควรมีการไล่ระดับยากง่าย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ปัญหาใหม่ๆ ได้
3. ผู้สอนควรคำนึงถึงสภาพแวดล้อมของห้องเรียนเพื่อให้เหมาะสมแก่การเรียนรู้ เช่น มีการแทรกความรู้อื่น ๆ เพื่อไม่ให้เนื้อหาเบื่อจนเกินไป
4. เนื่องจากการจัดกิจกรรมนั้นเป็นกิจกรรมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีไปใช้ในการสร้างวิธีในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทำให้ในบางเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ค่อนข้างยาก ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ด้วยตนเองได้ แต่ถ้าได้ต้องใช้เวลาค่อนข้างมากพอสมควร เพื่อเป็นการกระชับเวลา ครูผู้สอนควรให้แนวทางในการคิดกับนักเรียนโดยใช้การออกแบบกิจกรรมเข้ามาช่วย เช่น การให้ตัวอย่างสถานการณ์ที่ต้องใช้ความรู้ที่แน่นอนอย่างชัดเจน และตัวอย่างในการแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย เป็นต้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

1. ควรมีการศึกษาลงของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities พัฒนาความสามารถหรือทักษะในด้านอื่น ๆ เช่น การเชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง การเชื่อมโยงทางการแสดงแทน การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสาขาอื่น ๆ เป็นต้น
2. ควรศึกษารูปแบบการวิจัยนี้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ สามารถพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ครอบคลุมในทุกเนื้อหาหรือไม่ เช่น ความน่าจะเป็น ลำดับและอนุกรม การจัดลำดับและการจัดหมู่ เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ได้สนับสนุนทุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการ. (2544). *เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนสำคัญที่สุด การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ*.

กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การศาสนา.

ฉัตรียา เลิศวิชา. (2557). *พัฒนากระบวนการและทักษะการคิด Go*. เชียงใหม่: ธารปัญญา.

ทิศนา ขัมมณี. (2553). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*.

กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บงกชรัตน์ สมานสินธุ์. (2551). *ผลการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต)*. สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- ประวิต เอราวรรณ์. (2545). *การวิจัยปฏิบัติการ Action research*. กรุงเทพมหานคร: ดอกหญ้าวิชาการ.
- ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2561). *วิจัยปฏิบัติการทางการเรียนการสอน*. ขอนแก่น: คลังนาวิทยา.
- ไพศาล สุวรรณน้อย. (2558). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning: PBL). เข้าถึงจาก <https://ph.kku.ac.th/thai/images/file/km/pbl-he-58-1.pdf>.
- วิจารย์ เลิศสมิตพร. (2558). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว MODEL-ELICITING ACTIVITIES ที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). ภาควิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศรชัย ปราบุญเหลือม. (2560). *การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012*. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตร ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *เทคนิคการสอนและรูปแบบการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ วิชาคณิตศาสตร์เบื้องต้น*. กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์และสังคมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Ausubel, D. P., & Robinson, F. G. (1969). *School learning: An introduction to educational psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Lesh, R., et al. (2000). *Principles for Developing Thought-Revealing Activities for Students and Teachers*. Research Design in Mathematics and Science Education. R. L. E. In A. Kelly. New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates: 591-646.
- NCTM. (1989). Illuminating NCTM's Principles and Standards for School Mathematics. *School Science and Mathematics*, 101(6), 292-304.
- Stohlmann, M. (2013). *Integrated STEM Model - Eliciting Activities: Developing 21st Century Thinkers STEM Education: Room for Improvement*.

ประวัติผู้เขียนบทความ



ชื่อ – นามสกุล: นางสาวชุติกาญจน์ เหง้าชัยภูมิ

ปัจจุบัน: นิสิตปริญญาโท สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



รองศาสตราจารย์ ดร. ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน

สำเร็จการศึกษา: กศ.ด. วิจัยและประเมินผลการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง: อาจารย์ ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม