วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต
Journal of Rangsit University: Teaching & Learning
ISSN 2822-1400 (Print)
ISSN 2822-146X (Online)
available online at *jrtl.rsu.ac.th*

ปีที่ 17 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2566
Vol.17 No.2 July - December 2023

ผลการจัดการเรียนรู้แบบ Model – Eliciting Activities (MEAs) ที่ส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

Effects of Implementing the Model-Eliciting Activities (MEAs) on the Promotion of Mathematical Problem-Solving Abilities on Interest and Value of Money of Mathayomsuksa Five Students

พรศิริ สอนลิลา* ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์ และ ชานนท์ จันทรา
Pornsiri Sornlila Chanisvara Lertamornpong and Chanon Chuntra

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University
**Corresponding author, Email: pornsiri.sor@ku.th, โทร. 096-4096375*
วันที่ส่งบทความ 29 พฤศจิกายน 2564 วันที่แก้ไขครั้งสุดท้าย 16 มกราคม 2565
วันที่ตอบรับบทความ 18 มกราคม 2565 วันที่เผยแพร่ออนไลน์ 1 กรกฎาคม 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ Model – Eliciting Activities (MEAs) กับเกณฑ์ร้อยละ 60 และ 2) ประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 15 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ Model – Eliciting Activities (MEAs) เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน จำนวน 8 แผน แบบทดสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การคำนวณ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที

ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ Model – Eliciting Activities (MEAs) หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับดี

คำสำคัญ: *ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ Model – Eliciting Activities*

Abstract

The objectives of this research were 1) to compare the ability to solve mathematical problems on interest and value of money of Mathayomsuksa Five students using Model-Eliciting Activities (MEAs) measured with 60% standard criteria, and 2) to evaluate the level of ability to solve mathematical problems on interest and value of money of Mathayomsuksa Five students. The sample of this study consisted of Mathayomsuksa five students of a large school in Bangkok, enrolled in the second semester of Academic Year 2020. Fifteen students were selected by cluster random sampling. Research instruments included 8 mathematics learning management plans according to Model-Eliciting activities on interest and value of money, and a test to measure mathematical problem-solving abilities on interest and value of money. Data were analyzed using statistics including percentage, mean, standard deviation, and t-test.

The research findings indicated that after studying with Model-Eliciting Activities (MEAs), the ability to solve mathematical problems on interest and value of money was higher than the 60% level criteria with a statistical significant level of .05. In conclusion, the mathematical problem-solving abilities of students was the “Good” level.

Keywords: *Interest and value of money, Mathematical problem-solving abilities, Model–eliciting activities*

บทนำ

คณิตศาสตร์มีความสำคัญที่จะช่วยให้มนุษย์มีความคิดอย่างมีแบบแผน เป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาในสถานการณ์อื่นๆได้อย่างถี่ถ้วนและรอบคอบ มีการวางแผน แก้ปัญหา ช่วยให้คาดการณ์ได้อย่างเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) สอดคล้องกับการประเมินผลคณิตศาสตร์ของโครงการ PISA (Programme for International Student Assessment) ที่เชื่อว่าคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาเยาวชนให้สามารถเผชิญกับปัญหาหรือความท้าทายในชีวิตส่วนตัว สังคม และให้ความสำคัญกับบทบาทของคณิตศาสตร์ในโลกจริง การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันจะต้องจัดการสอนที่ทันสมัยครอบคลุมเนื้อหาที่จำเป็นทัดเทียมนานาชาติมีการเชื่อมโยงเนื้อหากับชีวิตจริงเน้นการพัฒนาทักษะต่าง ๆ ทั้งทักษะทางคณิตศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ในชีวิตประจำวันต้องเกี่ยวข้องกับการคำนวณโดยใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์เรื่องการคิดดอกเบี้ย การซื้อขายและคำนวณค่างวดในการผ่อนชำระสินค้าต่าง ๆ ที่จำเป็นในการวางแผนทางการเงิน รวมถึงการนำความรู้เรื่องดอกเบี้ยไปใช้ในการวางแผน

การทำงานในชีวิตประจำวัน ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวมีความจำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์เข้ามามีส่วนร่วม (กฤษณะ เนียมมณี, 2562) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จึงได้กำหนดตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้หลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ครอบคลุมเนื้อหาที่จำเป็นทัดเทียมนานาชาติมีการเชื่อมโยงเนื้อหากับชีวิตจริง เน้นการพัฒนาทักษะต่าง ๆ ทั้งทักษะทางคณิตศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยมีการเปลี่ยนแปลงด้านเนื้อหา เพื่อมุ่งหวังให้ผู้เรียนมีความรู้ด้านเนื้อหาเพื่อเป็นพื้นฐาน ความรู้และสามารถนำ ไปใช้ประโยชน์ได้ โดยการเพิ่มเนื้อหาเรื่องดอกเบี้ยและมูลค่าของเงินเข้าไปอยู่ในหลักสูตร (สสวท., 2560)

ถึงแม้ว่าคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาที่มีความสำคัญมากก็ตาม แต่การพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังขาดความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเห็นได้จาก TIMSS 2011 มีผลการประเมินความสามารถในการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในสถานการณ์ที่ตรงไปตรงมาไม่ซับซ้อน พบว่านักเรียนไทยเพียงหนึ่งในสามที่แสดงว่าสามารถใช้ความรู้ได้ จำนวนนี้น้อยมากเมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ ในเอเชีย (สสวท., 2554) ตลอดจน PISA 2018 ที่มีผลการประเมินคะแนนความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับนานาชาติ (สสวท.,2554) สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ และกำหนดให้การแก้ปัญหาเป็นมาตรฐานหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ควรส่งเสริมให้นักเรียนเรียนอย่างต่อเนื่อง การแก้ปัญหาต้องเป็นจุดมุ่งหมายและกระบวนการสำคัญในการสอนคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน จากความสำคัญข้างต้น แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ต้องส่งเสริมและพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน กรมวิชาการ (2544) ได้ให้แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ผู้สอนจะต้องจัดปัญหาหรือสถานการณ์ให้มีความท้าทายต่อการคิดและน่าสนใจ โดยปัญหาเล่านั้นต้องเหมาะสมกับนักเรียน ปรับให้เป็นปัญหาประยุกต์มากขึ้น เป้าหมายของการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา คือ เมื่อกำหนดสถานการณ์ปัญหามาให้นักเรียนคิดหาคำตอบโดยทำความเข้าใจปัญหา วางแผนในการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหา พร้อมทั้งตรวจสอบผลโดยฝึกตามขั้นตอน (ทรงชัย อักษรคิด, 2555)

ในการพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีหลากหลายรูปแบบ เช่น การสอนโดยใช้กลวิธี STAR (STAR Strategy Steps) การเรียนรู้ด้วยรูปแบบ SSCS การจัดการเรียนรู้แบบโมเดลเมธอด (Model Method) การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Base Learning :IBL) ทั้งนี้ Model – Eliciting Activities (MEAs) เป็นอีกหนึ่งแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจุดเด่นคือ ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหามีความซับซ้อนและเป็นปัญหาในชีวิตจริง โดยมีขั้นตอนการกระตุ้นความสนใจ ขั้นตอนการแลกเปลี่ยนวิธีการ ขั้นตอนการสร้างทักษะและขยายความรู้ ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถสร้างโมเดลทางความคิดเพื่อนำไปใช้กับโจทย์ปัญหาอื่น ๆ ที่หลากหลายได้ ซึ่งแตกต่างจากรูปแบบการเรียนรู้อื่น ๆ MEAs ได้พัฒนาโดยอิงจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – base learning) ที่เริ่มต้นจากปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง และสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เรียน โดยครูชี้ให้นักเรียนเห็นถึงประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น และเชื่อมโยงสถานการณ์นั้น ๆ เข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูสร้างปัญหาที่ลักษณะเหมือนจริงในชั้นเรียน และเปิดโอกาสนักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาด้วยการทำงานกลุ่ม ใช้กระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนผ่านคำอธิบายโดยการพูด และการเขียน ส่งผลให้นักเรียนเกิดกระบวนการทำซ้ำ ๆ ที่แสดงให้เห็นถึงการตรวจสอบ การกลั่นกรอง หรือขยายวิธีการทางการคิดของนักเรียน MEAs เป็นกระบวนการคิดทั้งหมดที่นักเรียนใช้ในการพัฒนาการแก้ปัญหา (Lesh, Hoover, Hole, Kelly, & Post, 2000) จากแนวคิดและหลักการจะเห็นได้ว่า MEAs มีความสำคัญและสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ผลการวิจัยพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบ MEAs และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ ขวัญหทัย พิกุลทอง, ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์, สิริพร ทิพย์คง, และ ชานนท์ จันทรา (2562) พบว่ากระบวนการเรียนการสอนที่มีการนำปัญหาในชีวิตจริง เสมือนจริง มาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบโดยใช้กระบวนการทางปัญญาเป็นปัจจัยที่สามารถช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากทำกิจกรรมในชั้นเรียนอยู่ในระดับ ดี และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิฬาร์ เลิศสมิตพร (2562)

ได้ทำการวิจัยโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ MEAs มีที่ต่อความสามารถในการถ่ายโยงความรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนคิดหาคำตอบโดยใช้สถานการณ์ปัญหาจากชีวิตจริง หรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน และให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน ฝึกให้นักเรียนสามารถตีความสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ การสร้างคำอธิบาย หรือวิธีการดำเนินการ โดยใช้กระบวนการต่าง ๆ ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

ด้วยเหตุผล ความสำคัญ และแนวคิดในการจัดการเรียนรู้แบบ MEAs ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบ Model – Eliciting Activities (MEAs) ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง หรือเสมือนจริง การจัดเตรียมนักเรียนให้มีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ การประเมิน การกล่าวแย้ง และสร้างการอธิบายความคิดของนักเรียน เน้นให้นักเรียนมีการสื่อสารระหว่างเพื่อนเพื่อให้นักเรียนใช้ประกอบการตัดสินใจเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด และรู้จักวางแผนการใช้เงินได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการเผชิญกับสถานการณ์ทางการเงินในชีวิตจริงได้ รวมทั้งยังเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนรวมทั้งผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้นำไปประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model – Eliciting Activities (MEAs) กับเกณฑ์ร้อยละ 60
2. เพื่อประเมินระดับความสามารถการแก้ปัญหา เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model – Eliciting Activities (MEAs) เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน หมายถึง แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีจุดเริ่มต้นการเรียนรู้จากปัญหาในชีวิตจริง ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้คณิตศาสตร์ที่มีไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์เสมือนจริง โดยจัดให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ อธิบาย ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขและสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ที่หลากหลาย ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ เป็นขั้นที่นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้ อยากเข้าใจปัญหาตลอดจนอยากแก้ปัญหา จากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในชีวิตประจำวัน ปัญหาที่ท้าทายและเชื่อมโยงกับนักเรียน ผ่านวิธีการที่ต่าง ๆ เช่น การนำเสนอเรื่องเล่า ข่าว คลิปวีดีโอ ให้นักเรียนเป็นส่วนหนึ่งของสถานการณ์ในการทำความเข้าใจและตัดสินใจร่วมแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 คิดแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนมีแนวคิดในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ หาแนวทางยุทธวิธีเพื่อแก้ปัญหาที่หลากหลาย วิเคราะห์ปัญหาและวางแผนในการดำเนินการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 3 แก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา ถ่ายทอดกระบวนการคิด การแก้ปัญหาด้วยยุทธิวิธีที่วางแผนไว้ ผ่านการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ โดยมีครูให้ข้อเสนอแนะเพื่อการดำเนินการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 4 แลกเปลี่ยนวิธีการ เป็นขั้นที่นักเรียนได้มีโอกาสนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์การแก้ปัญหาทั้งแบบรายบุคคลและแบบกลุ่ม เปิดโอกาสให้เพื่อนและครูได้กล่าวสนับสนุนหรือโต้แย้ง หรือนำเสนอวิธีการอื่น ๆ ที่หลากหลายเพื่อพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาให้ถูกต้อง

ขั้นที่ 5 ประเมินผล เป็นขั้นที่นักเรียนได้มีโอกาสประเมินผลวิธีการแก้ปัญหาของตนเองว่ามีความเหมาะสมและตรงกับความต้องการของโจทย์หรือไม่ รวมทั้งตรวจสอบว่ามีข้อผิดพลาดหรือไม่อย่างไร โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนดำเนินการแก้ไขในส่วนที่ผิดพลาดได้และหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

ขั้นที่ 6 สร้างทักษะ/ขยายความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้รับการฝึกแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ ที่อาจคล้ายคลึงกันหรือแตกต่างจากเดิม ที่เพิ่มระดับความยากและซับซ้อนขึ้นเป็นการต่อยอดแนวคิดโดยครูมอบหมายหรือเปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาการในการแก้ปัญหาต่อไป

2. ความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถนักเรียนในการนำความรู้และประสบการณ์ด้านคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนเพื่อใช้ในการหาคำตอบของปัญหา จากสถานการณ์เสมือนจริง โดยเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม และอธิบายวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ รวมทั้งสิ้น 40 คะแนน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 8 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 254 คน โดยแต่ละห้องจัดนักเรียนแบบคละความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 15 คน (สุ่มกลุ่มที่ 1 จากจำนวน 2 กลุ่มในหนึ่งห้องเรียน เนื่องจากสถานการณ์โควิด – 19 ที่จำกัดจำนวนนักเรียนมาเรียน On – site ต่อชั้นเรียน :นักเรียนเก่ง 4 คน: นักเรียนปานกลาง 8 คน: นักเรียนอ่อน 3 คน) จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 8 ห้อง จำนวน 254 คน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดนักเรียนในแต่ละห้องแบบคละความสามารถทางการเรียน

ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. ตัวจัดกระทำ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ MEAs เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน
2. ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน และระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ Model – Eliciting Activities (MEAs) เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีจำนวนทั้งหมด 8 แผน แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะประกอบด้วยขั้นตอนทั้งหมด 6 ขั้น คือ 1) ขั้นกระตุ้นความสนใจ 2) ขั้นคิดแก้ปัญหา 3) ขั้นแก้ปัญหา 4) ขั้นแลกเปลี่ยนวิธีการ 5) ขั้นประเมินผล และ 6) ขั้นสร้างทักษะ/ขยายความรู้ โดยมีการวิเคราะห์เนื้อหา ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2551 และมีความสอดคล้องกับหลักสูตรสถานศึกษา และในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ได้รับการตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการที่ปรึกษางานวิจัย จำนวน 3 ท่าน ในการพิจารณาความถูกต้องตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ 1) เพิ่มเติมประเด็นที่น่าสนใจ โดยใช้คำถามกระตุ้นที่เป็นสถานการณ์ปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน 2) ปรับคำถามที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงไปสู่การแก้ไขปัญหาและวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้นักเรียนได้รับ 3) ปรับหรือเลือกโจทย์ปัญหาที่นักเรียนสามารถแสดงกระบวนการคิดหรือวิธีคิดที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น และเน้นกระบวนการแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกันในชั้นเรียน

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการศึกษาเอกสาร บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งกระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ศึกษาคู่มือการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ และได้มีการวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ที่แสดงถึงความสามารถที่ต้องการวัดเพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบ โดยแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีรูปแบบข้อสอบแบบอัตนัย เขียนอธิบายแนวคิด เหตุผล ประกอบด้วยคำถาม 10 คำถาม โดยครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด 3 หัวข้อ ได้แก่ 1) ดอกเบี้ยทบต้นและดอกเบี้ยคงต้น 2) มูลค่าของเงิน 3) ค่ารายงวด โดยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาได้ผ่านการตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และได้รับการประเมินคุณภาพของข้อสอบจากผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาค่าความสอดคล้องของข้อสอบ (Index of congruence : IOC) เท่ากับ 1.00 จำนวน 10 ข้อ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ 1) ปรับสถานการณ์ในโจทย์ให้มีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น โดยปรับอัตราดอกเบี้ยในโจทย์ให้มีความใกล้เคียงกับอัตราดอกเบี้ยที่ใช้ในปัจจุบัน 2) ข้อสอบมีความซับซ้อนมากไป ควรปรับให้ข้อสอบมีความซับซ้อนลดลง เช่น ข้อสอบมีขั้นตอนในการแก้ปัญหามาก 2 ถึง 3 ขั้นตอน หลังจากผ่านการแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ผู้วิจัยพิจารณาเลือกใช้ข้อสอบ จำนวน 5 ข้อ จากทั้งหมด 10 ข้อ ที่ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้

3. ใบงานและใบกิจกรรม เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน มีจำนวนใบงาน 8 ใบงาน และใบกิจกรรม 8 ใบกิจกรรม ซึ่งนักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาและแสดงผลการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล โดยในแต่ละใบงานและใบกิจกรรมได้รับการตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการที่ปรึกษางานวิจัย จำนวน 3 คน ในการพิจารณาความถูกต้อง ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ Model – Eliciting Activities (MEAs) เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงินที่เน้นการแก้ปัญหากับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนด้วยตนเอง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2564 จนถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง รวม 8 คาบเรียน ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผู้วิจัยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นระยะ โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วงตามเนื้อหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ช่วงที่ 1 : โจทย์ปัญหาดอกเบี้ย (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 2) ช่วงที่ 2 : โจทย์ปัญหามูลค่าของเงิน (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 – 6) ช่วงที่ 3 : โจทย์ปัญหาค่างวด (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 – 8)

2. ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระหว่างการจัดกระบวนการเรียนการสอนในแต่ละคาบ จากการสังเกต บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และบันทึกภาพในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม

3. ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (Post-test) เป็นเวลา 50 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยใช้ one sample t – test

2. ประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหาจากใบงานและใบกิจกรรม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model – Eliciting Activities (MEAs) ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 8 คาบเรียน และทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบ MEAs กับเกณฑ์ 60% (คะแนนเต็ม 40 คะแนนคิดเป็น 24 คะแนน)

คะแนน	n	$\bar{X}$	$S.D.$	t	sig
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	15	31	4.78	5.67	<0.001**

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง หลังจากที่เรียนด้วยกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ MEAs สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 31 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.50 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

ตารางที่ 2 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แยกเป็นรายด้านหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ MEAs

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	*S.D.*	ร้อยละ
ด้านที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา	10	8.60	86.00	1.12
ด้านที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา	10	7.93	79.33	1.10
ด้านที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา	10	7.47	74.76	1.30
ด้านที่ 4 การสรุปคำตอบ	10	7.00	70.00	1.60
คะแนนรวม	**40**	**31**	**77.5**	**1.28**

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนจากกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MEAs หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีคะแนนโดยรวมเฉลี่ย 31 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.50 เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหามากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย 8.60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86 และทุกด้านมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60

ตอนที่ 2 การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ MEAs ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากใบงานและใบกิจกรรม ซึ่งนักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาและแสดงผลการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลโดยพิจารณาจำแนกระดับของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในภาพรวมเป็น ระดับดีมาก ระดับดี ระดับปานกลาง และระดับปรับปรุง โดยนำคะแนนจากใบงานและใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดจำนวน 8 แผน คะแนนเฉลี่ยแผนละ 10 คะแนน (คะแนนเฉลี่ยรวม 80 คะแนน) มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์โดยปรับปรุงจากแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) เพื่อให้สอดคล้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Model – Eliciting Activities (MEAs) ดังตารางต่อไปนี้

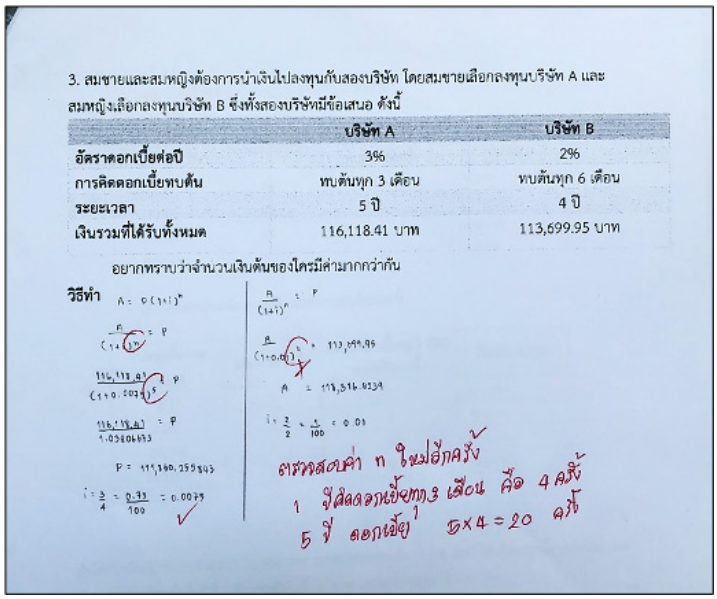
ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
60.01 – 80.00 (ดีมาก)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน ระบุข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องเหมาะสม - เลือกวิธีที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องและแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน - แสดงถึงวิธีการที่หลากหลายในการหาคำตอบ สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
40.01 – 60.00 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - สามารถระบุข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ และครอบคลุมประเด็นปัญหาเลือกใช้วิธีในการทำความเข้าใจปัญหา - ไม่แสดงถึงวิธีการที่หลากหลายในการหาคำตอบ สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
20.01 – 40.00 (ปานกลาง)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - สามารถระบุข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้บางส่วน แต่ไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหา - ไม่แสดงถึงวิธีการที่หลากหลายในการหาคำตอบ สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
0.00 – 20.00 (ปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - ไม่สามารถระบุข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง - ไม่แสดงถึงวิธีการที่หลากหลายในการหาคำตอบ และไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 4 จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนในระดับต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากใบงานและใบกิจกรรม

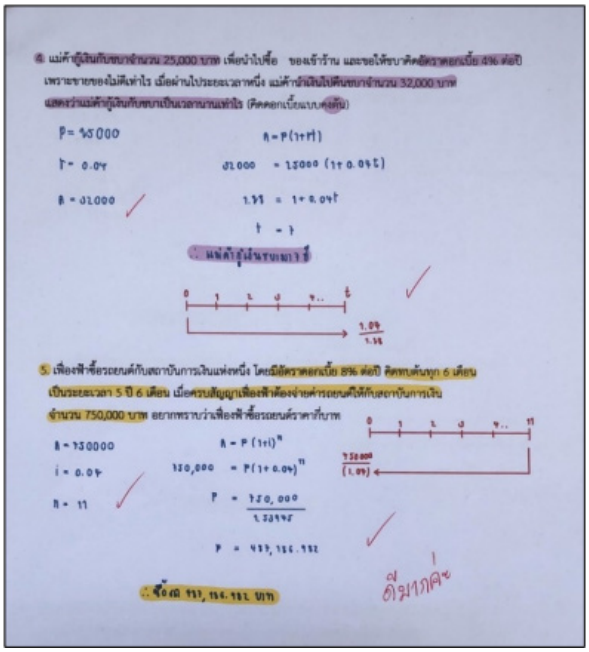
ระดับคะแนนเฉลี่ย	ผลการประเมิน	จำนวนนักเรียน	
		คน	ร้อยละ
60.01 – 80.00	ดีมาก	2	13.34
40.01 – 60.00	ดี	8	53.33
20.01 – 40.00	ปานกลาง	5	33.33
0.00 – 20.00	ปรับปรุง	0	0.00

จากตารางวิเคราะห์ผลตามตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนในตารางที่ 4 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับดี คะแนนเฉลี่ย 40.01 – 60.00 จำนวนมากที่สุดคือ 53.33% ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ไม่มีนักเรียนคนใดมีคะแนน ในระดับปรับปรุง คะแนนเฉลี่ย 0.00 – 20.00 คะแนน นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องดอกเบี้ยและมูลค่าของเงินแบบ Model – Eliciting Activities มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับดี ตัวอย่างผลงานที่แสดงถึงระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังภาพที่ 2, 3 และ 4



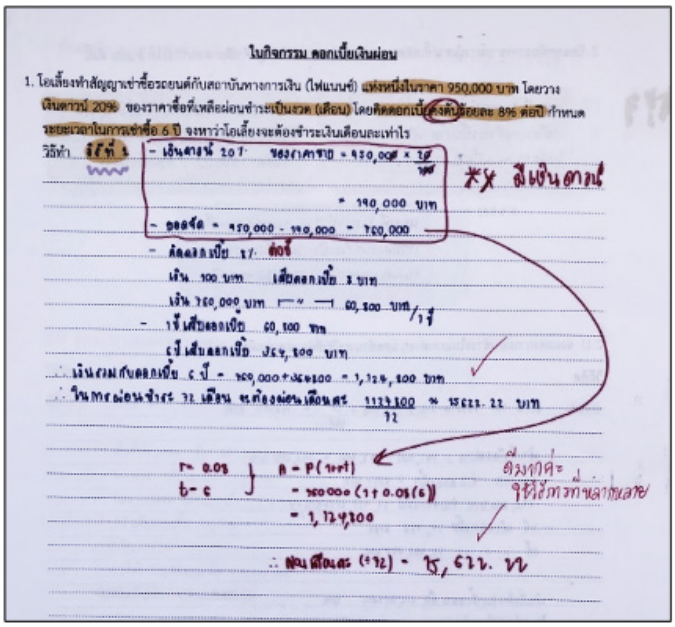
ภาพที่ 2 ตัวอย่างการเขียนคำตอบที่แสดงความสามารถในการแก้ปัญหาระดับปานกลาง

จากภาพที่ 2 นักเรียนสามารถเชื่อมโยงมองหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาตามวิธีการที่วางแผนไว้ได้เพียงบางส่วน แต่นักเรียนบางส่วนยังขาดการวิเคราะห์ และตีความข้อมูลหรือเงื่อนไขทางคณิตศาสตร์ที่ระบุในสถานการณ์ปัญหายังไม่ถูกต้อง จึงทำให้ไม่สามารถเชื่อมโยงไปสู่คำตอบที่ถูกต้องได้ ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากนักเรียนแปลความข้อมูลหรือเงื่อนไขที่ระบุในปัญหายังไม่ถูกต้องทำให้อัตราดอกเบี้ยที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง



ภาพที่ 3 ตัวอย่างการเขียนคำตอบที่แสดงความสามารถในการแก้ปัญหาระดับดี

จากภาพที่ 3 นักเรียนสามารถระบุข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ และรู้จักเลือกใช้วิธีช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา จากการขีดเส้นใต้ข้อความสำคัญ การสร้างแผนภาพเส้นเวลาแสดงวิธีการหาคำตอบจากปัญหาที่พบ นักเรียนมีการระบุความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ แต่นักเรียนยังไม่มีวิธีการที่หลากหลายในการหาคำตอบ ซึ่งจัดอยู่ในระดับ ดี เนื่องจากนักเรียนสามารถเลือกใช้สูตรและแยกแยะได้ว่าโจทย์กำหนดให้มีการหาดอกเบี้ยชนิดใด มีการระบุข้อมูลสำคัญอะไรบ้างที่ต้องนำมาใช้ในการวิเคราะห์ การระบุอัตราดอกเบี้ยโดยมีการคำนวณดอกเบี้ยกี่งวดในหนึ่งปี รวมถึงสามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนปีที่ใช้ในการคำนวณและอัตราดอกเบี้ยที่เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 4 ตัวอย่างการเขียนคำตอบที่แสดงความสามารถในการแก้ปัญหาระดับดีมาก

จากภาพที่ 4 นักเรียนเลือกใช้วิธีการที่หลากหลายในการหาคำตอบ และมีการขยายความรู้เดิมมาใช้ในการหาคำตอบของปัญหาได้ ซึ่งจัดอยู่ในระดับ ดีมาก เนื่องจากนักเรียนได้แสดงวิธีการหาคำตอบ 2 วิธีนั้น คือ ใช้การเทียบบัญญัติไตรยางศ์และการใช้สูตร ซึ่งทั้ง 2 วิธีมีคำตอบที่ตรงกัน นักเรียนได้มีการระบุเงินดาวน์ เงินต้น และยอดจัดที่เหลือจากการจ่ายเงินดาวน์เพื่อนำไปคำนวณดอกเบี้ย นอกจากนั้นยังพบว่านักเรียนมีการขยายความรู้จากเรื่องโจทย์ปัญหาการคิดดอกเบี้ยแบบทบต้น เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาและตรวจสอบความถูกต้องในสถานการณ์ดังกล่าว

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model – Eliciting Activities (MEAs) ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ MEAs หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของ

คะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ย 31 คะแนน มีคิดเป็นร้อยละ 77.50 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ ดี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ MEAs เป็นรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงหรือเสมือนจริง การจัดเตรียมนักเรียนให้มีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ การประเมิน การกล่าวแย้ง และสร้างการอธิบายความคิดของนักเรียน ช่วยกระตุ้นกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการสร้างวิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และนำคำตอบจากสถานการณ์ปัญหาไปอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่นในชั้นเรียน สามารถอภิปรายผลในขั้นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ ในขั้นนี้นักเรียนได้ฝึกให้มีความคุ้นเคยกับสถานการณ์ปัญหาเป็นขั้นที่ครูนำเสนอปัญหาจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน หรือเป็นสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง เป็นปัญหาที่ท้าทายและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ โดยการนำเสนอปัญหาผ่านคลิปวีดีโอ การใช้สถานการณ์ที่หลากหลายในชีวิตประจำวันและเกี่ยวข้องกับนักเรียน เพราะการเรียนคณิตศาสตร์ต้องเริ่มจากปัญหาในชีวิตจริงและสามารถนำความรู้คณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ซึ่งจะทำให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความหมาย ซึ่งทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรมถัดไปเห็นได้อย่างชัดเจน จากการตอบคำถามจากสถานการณ์ปัญหาและคลิปวีดีโอที่ครูนำเสนอ ซึ่งสอดคล้องกับ The National Council of Supervisors of Mathematics (NCSM, 2005) ได้กำหนดความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ สำหรับผู้เรียนที่จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาที่สำคัญไว้คือ ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ผู้เรียนควรได้รับการฝึกให้ใช้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงทั้งในและนอกห้องเรียน การชี้ให้ผู้เรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวันจะทำให้ผู้เรียนตะหนักถึงความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์และเห็นว่าคณิตศาสตร์ไม่ใช่เรื่องไกลตัว และสอดคล้องกับ สสวท. (2560) ที่กำหนดเป้าหมายและจุดเน้นของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีทักษะและกระบวนการแก้ปัญหาโดยผู้สอนต้องให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเอง และจัดสถานการณ์ปัญหาหรือเกมที่ท้าทายและกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากคิด เริ่มด้วยปัญหาที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน และเหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนแต่ละกลุ่มโดยอาจเริ่มด้วยปัญหาที่ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วมาประยุกต์ต่อจากนั้นจึงเพิ่มสถานการณ์หรือปัญหาที่แตกต่างจากที่เคยพบมา

ขั้นที่ 2 คิดแก้ปัญหา นักเรียนมีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาการวางแผนการแก้ปัญหาในทิศทางที่ดีขึ้น นักเรียนสามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่สำคัญ หรือประเด็นสำคัญได้ด้วยภาษาของตนเอง อาจเป็นเพราะครูเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา โดยใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนแต่ละคนสามารถวิเคราะห์ปัญหาและวางแผนในการดำเนินการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งสอดคล้องกับ Baroody (1993) ที่กล่าวว่า การสอนโดยใช้ปัญหาสอน เป็นวิธีการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นสื่อที่ใช้ในการเชื่อโยงแนวคิดพัฒนาการ การสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ ใช้ปัญหาในการแนะนำและทำความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์และรวมถึงการกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายความรู้ในการแก้ปัญหา และยังสอดคล้องกับ ทรงชัย อักษรคิด (2555) ได้กล่าวถึงเป้าหมายของการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา คือ เมื่อกำหนดสถานการณ์ปัญหามาให้นักเรียนคิดหาคำตอบโดยทำความเข้าใจปัญหา ฝึกให้นักเรียนอ่านโจทย์อย่างละเอียดจำแนกสถานการณ์หรือข้อมูลออกเป็นส่วน ๆ โดยอาจเริ่มจากการตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ และให้นักเรียนฝึกทำความเข้าใจเอง การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา ฝึกให้นักเรียนมองหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูล

ขั้นที่ 3 แก้ปัญหา แนวโน้มของพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนเพิ่มมากยิ่งขึ้น เห็นได้จากร่องรอยจากใบกิจกรรม และนักเรียนสามารถคิดหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา โดยที่ครูไม่ต้องใช้คำถามหรือใช้คำถามน้อยลงในแต่ละประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์ นักเรียนมีการใช้แผนภาพเส้นเวลามาใช้ในการ

แก้ปัญหามี การระบุแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ภาษาของตนเอง นักเรียนมีการวิเคราะห์หาอัตราดอกเบี้ยที่จะได้รับจากการฝากเงินในแต่ละเงื่อนไขของโจทย์และวิธีการจ่ายดอกเบี้ยของธนาคาร เพื่อเลือกสูตรในการคำนวณที่ถูกต้อง นักเรียนสามารถถ่ายทอดกระบวนการคิด การแก้ปัญหาผ่านการนำเสนอในรูปแบบของใบงาน ใบกิจกรรม หรือแบบทดสอบ โดยนักเรียนได้ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีการต่าง ๆ ตามแนวทางหรือกระบวนการที่วางแผนไว้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคล ทั้งนี้อาจจะเกิดจากการที่ครูส่งเสริมให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาและเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้อง Lesh and English (2005) ที่ได้กล่าวว่า กระบวนการในการคิดหาคำตอบ และตีความสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบาย กระบวนการ หรือวิธีการเนินการแก้ปัญหา มากกว่าการตอบคำตอบเพียงอย่างเดียว และสอดคล้องกับ Mayer (2003) ที่ได้กล่าวว่า ทักษะที่เป็นความสามารถพื้นฐานในการแก้ปัญหา ทักษะการวางแผนการแก้ปัญหา (Solution planning and monitoring) ความสามารถในการบูรณาการความรู้ทางคณิตศาสตร์กับตัวแทนทางความคิดของปัญหา เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลหรือองค์ความรู้ทั้งหมดไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการ

ขั้นที่ 4 แลกเปลี่ยนวิธีการ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ออกมานำเสนอแนวคิด ความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาโดยครูเปิดโอกาสให้เพื่อนได้กล่าวแย้ง หรือนำเสนอวิธีการอื่น ๆ ที่หลากหลาย เป็นการอภิปรายสื่อสารแลกเปลี่ยนแนวคิดกับครูและเพื่อนเพื่อตรวจสอบและพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง ในขั้นนี้จะเห็นได้ว่านักเรียนมีการออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของหน้าชั้นเรียน จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในทิศทางที่ดี ทั้งนี้อาจจะเกิดจากที่ครูส่งเสริมให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน กระตุ้นให้นักเรียนแสดงวิธีการที่หลากหลายในการหาคำตอบ เปิดโอกาสให้นักเรียนออกมานำเสนอความคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาของตนเองกับเพื่อน ร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ กระบวนการในการแก้ปัญหาของตนเองและทำความเข้าใจวิธีการแก้ไขปัญหาของเพื่อนมากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งยังสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้มีความเป็นกันเอง ซึ่ง Gonzales (1994) ได้ให้ความเห็นว่า บรรยากาศที่ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาจะต้องเป็นบรรยากาศที่ทำให้นักเรียนรู้สึกสะดวกสบายในการแสดงแนวคิด มีความรู้สึกอิสระ ไม่ตึงเครียดจนเกินไป ครูต้องจัดบรรยากาศของชั้นเรียน ให้ส่งเสริมการสำรวจ สืบค้น และสื่อสารกัน และยังสอดคล้องกับ ขวัญหทัย พิกุลทอง และ ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์ (2562) ที่ได้กล่าวถึง การนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้ MEAs ไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้กับนักเรียนในห้องเรียน ให้นักเรียนมีการดำเนินการแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ไขปรับปรุงกระบวนการทำงานของตนเองเพื่อให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่แปลกใหม่

ในขั้นที่ 5 การประเมินผล พบว่านักเรียนมีการตรวจสอบความผิดพลาดของตนเอง และแก้ไขข้อผิดพลาดนั้นในทิศทางที่ดีขึ้น เห็นได้จากการรับฟังความคิดเห็นของเพื่อน การมีส่วนร่วมกันในการอภิปลายแลกเปลี่ยนกระบวนการในการหาคำตอบ และตรวจสอบจากร่องรอยหลักฐานจากใบกิจกรรม ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากเมื่อนักเรียนฟังการนำเสนอเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูให้นักเรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหาของตนเองว่ามีความเหมาะสมและตรงกับความต้องการของโจทย์หรือไม่ รวมทั้งตรวจสอบว่ามีข้อผิดพลาดหรือไม่ อย่างไร โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนดำเนินการแก้ไขในส่วนที่ผิดพลาดได้ สอดคล้องกับ Polya (1957) ที่กล่าวถึง ขั้นตรวจสอบผลและกระบวนการแก้ปัญหาของคำตอบว่าเป็นขั้นที่มีความสำคัญ เพราะต้องพิจารณาตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อให้แน่ใจว่าคำตอบที่ได้ถูกต้อง สมบูรณ์ โดยตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ พิจารณาว่ามีคำตอบหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาอย่างอื่นอีกหรือไม่ และสอดคล้องกับผลการวิจัย Showalter (2008) ที่ได้ศึกษาผลของ MEAs ที่มีต่อความเข้าใจในแนวความคิดของนักเรียนและการแสดงออกที่มีประสิทธิผลของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผลการวิจัยพบว่า MEAs สามารถช่วยส่งเสริมความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและระดับการเรียนรู้ที่สูงขึ้นของนักเรียน

ขั้นที่ 6 สร้างทักษะ/ขยายความรู้ นักเรียนมีการประยุกต์ใช้ความรู้กับทักษะในสถานการณ์ใหม่หรือสถานการณ์เดิมที่เปลี่ยนบริบทไปได้ดียิ่งขึ้นเมื่อครูมอบหมายโจทย์เสริมทักษะให้เป็นการบ้าน หรือยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างจากบริบทเดิม สอดคล้องกับ Krulik and Rudnick (1993) ได้สรุปกระบวนการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ ขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญ คือ การสะท้อนกลับและขยายผล เป็นการอภิปรายการแก้ปัญหา ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้ตรงตามเงื่อนไขของปัญหาและรวมทั้งตรวจสอบคำตอบที่ได้ถูกต้องหรือไม่ และควรขยายผลไปสู่กรณีทั่วไปหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์เดิมและสอดคล้อง ขวัญหทัย พิกุลทอง และคณะ (2562) กล่าวถึง หลักการข้อหนึ่งที่จะส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนคือ หลักการประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาหรือต่อยอดวิธีการ การให้นักเรียนสามารถปรับใช้กระบวนการ วิธีการอื่น ๆ ไปใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์อื่น ๆ ที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น เพื่อความท้าท้ายและต่อยอดความคิดในการแก้ปัญหาของนักเรียน

ดังนั้น จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบ MEAs ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน นักเรียนจะได้ฝึกคิดแก้ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลสำคัญและพิจารณาหาแนวทางที่หลากหลายในการแก้ปัญหา กล้าแสดงความคิดเห็นพร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ที่มีความแตกต่างจากสถานการณ์เดิมได้

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบ Model – Eliciting Activities (MEAs) เป็นการใช้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิต และมีส่วนเกี่ยวข้องกับนักเรียน ดังนั้น ครูคณิตศาสตร์ ผู้บริหารสถานศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์สามารถนำขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ MEAs ไปประยุกต์ใช้ในสาระทางคณิตศาสตร์ เรื่องอื่น ๆ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนให้สูงขึ้น

2. การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องมีความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างดี ดังนั้น ครูควรวัดผลและประเมินผลความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อน โดยเฉพาะเรื่องเลขยกกำลัง ลำดับและอนุกรม ที่ต้องใช้ความรู้พื้นฐานในการคำนวณหาคำตอบ และเพื่อตรวจสอบการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน จากนั้นดำเนินการสอนเพิ่มเติมให้กับนักเรียนที่มีปัญหาดังกล่าว

3. เนื้อหาเรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน เป็นเรื่องใหม่และมีคำศัพท์ทางการเงินที่นักเรียนยังไม่คุ้นเคย หรือทราบความหมายมาก่อน ดังนั้น ก่อนกระบวนการจัดการเรียนการสอนครูควรนำเสนอคำศัพท์ต่าง ๆ ทางการเงิน เช่น ดอกเบี้ยเงินกู้ ดอกเบี้ยเงินฝาก เงินดาวน์ เงินผ่อน จำนวนงวด ฯลฯ เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ตรงกัน โดยอาจจะต้องมีการยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาขึ้นมาประกอบการอธิบาย

4. โจทย์ปัญหาและสถานการณ์จริง เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน เกี่ยวข้องตัวเลขที่ใช้ในการคำนวณเป็นจุดทศนิยม ดังนั้น ครูควรให้นักเรียนใช้เครื่องคำนวณ เพื่อลดทอนความผิดพลาดในการคำนวณแต่มุ่งเน้นที่กระบวนการในการหาคำตอบให้มากขึ้น

5. ขั้นตอนของการแลกเปลี่ยนวิธีการของ MEAs เป็นขั้นตอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้เห็นข้อผิดพลาดของตนเองและทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเพิ่มมากยิ่งขึ้น ดังนั้น ครูควรใช้การ - ตอบ เพื่อให้นักเรียนแสดงวิธีการหรือแนวคิดของนักเรียนให้ได้มากที่สุดและยังเป็นประโยชน์สำหรับการนำไปประเมินผลของครูผู้สอน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยเพื่อศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ Model – Eliciting Activities (MEAs) ร่วมกับรูปแบบการเรียนการสอน เทคนิค และกลวิธีอื่น ๆ เช่น เทคนิค Math League, เทคนิคการคิดขั้นสูง (Higher Order Thinking Skills: HOTS) เพื่อช่วยให้ขั้นตอนต่าง ๆ ใน MEAs มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

2. ควรมีการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ MEAs ที่ส่งเสริมพัฒนาความสามารถด้านอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสาร และความสามารถในการให้เหตุผล เนื่องจาก MEAs มีขั้นตอนการแลกเปลี่ยนวิธีการ ที่นักเรียนสามารถแสดงให้เห็นกระบวนคิดการแก้ปัญหา และวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ในรูปแบบต่าง ๆ ที่หลากหลาย ซึ่งอาจจะเป็นปัจจัยหนึ่งในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

บรรณานุกรม

กฤษณะ เนียมมณี. (2562). *คณิตศาสตร์การเงินในชีวิตประจำวัน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กรมวิชาการ. (2544). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาพลาดพร้าว.

ขวัญหทัย พิกุลทอง, และ ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์. (2562). MODEL ELICITING ACTIVITIES (MEAS): การจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนไทยในยุคการศึกษา 4.0. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาลัยนเรศวร, 21*(3), 342-355.

ขวัญหทัย พิกุลทอง, ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์, สิริพร ทิพย์คง, และ ชานนท์ จันทรา. (2562). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities (MEAs) และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 29*(3), 14-31.

ทรงชัย อักษรคิด. (2555). *การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: วิสต้า อินเตอร์ปริ้นท์.

วิฬาร์ เลิศสมิตพร. (2562). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model - Eliciting Activities ที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารออนไลน์ทางการศึกษา, 12* (3), 425-441.

ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถานบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์.* สืบค้น 20 ธันวาคม 2564, จาก http://www.ipst.ac.th

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2011 วิชาคณิตศาสตร์.* สืบค้น 4 พฤษภาคม 2564, จาก http://timssthailand.ipst.ac.th/timss2011-math-report.

---------. (2555). การวัดผลและประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชัน

---------. (2557). ผล*การประเมิน* PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์. สืบค้น 10 เมษายน 2564, จาก http://pisathailand.ipst.ac.th/ isbn9786163621344.

---------. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)* ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. สืบค้น 12 กรกฎาคม 2564, จาก https://www.scimath.org/e-books/8379/8379.pdf.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)* ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

Baroody, A.J. (1993). *Problem solving reasoning and communicating K – 8 helping children Think Mathematically*. New York: Macmillan.

Gonzales, N. A. (1994). Problem posing: A neglected component in mathematics courses for prospective elementary and middle school teachers. *School Science And Mathematics, 9*(2), 78–84.

Krulik, S. and Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teacher.* Boston: Allyn & Bacon.

Lesh, R., & English, L. D. (2005). Trends in the evolution of modela and modeling perspectives on mathematical learning and problem solving. In H. Chick & J. Vincent (Eds.), *Proceedings of the 29th Annual Conference of the International Group f.* Germany: Springer Verlag.

Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., Post, T., (2000) Principles for Developing Thought-Revealing Activities for Students and Teachers. In A. Kelly, R. Lesh (Eds.), *Research Design in Mathematics and Science Education.* (pp. 591-646). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates

Mayer, R., E. (2003). *Learning and instruction*. NJ: Merrill.

Nation Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematic*. Virginia, Reston: Author.

--------- (2003). *Principles and Standards for School Mathematic.* Virginia, Reston: Author.

Polya, G. (1957). How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method. New York. Doubleday Anchor.

Showalter, Q. (2008). *The effect of model-eliciting activities on problem solving process and student disposition toward mathematics.* Graduate degree program in Education Mathematics Education, University of Kansas.

The National Council of Supervisors of Mathematics (NCSM). (2005). Basic Mathematical Skills. Retrieved August 1, 2021, from http://www.deafed.net/PublishedDocs/sub/960905c.htm.

Translated Thai References

Bureau of Academic Affairs and Education Standards. (2017). *Indicators and learning materials Core of Mathematics (Revised Edition B.E. 2017) according to the Core Curriculum of Basic Education B.E. 2008.* Bangkok : Kurusapa Ladprao Publishing. [in Thai]

Department of Academic Affairs. (2001). *Solving math problems*. Bangkok : Kurusapa Ladprao Publishing. [in Thai]

Leartsmitporn, V. (2015). Effects of Organizing Mathematics Learning Activities using Modeleliciting Activities on Learning Transfer Ability and Mathematical Problem Solving Ability of Eighth Grade Students. *An Online Journal of Education, 12*(3), 425-441. [in Thai]

National PISA Operation Center, Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2020). *Results of PISA Assessment 2018: Reading, Mathematics and Science.* Retrieved December 20, 2021, from http://www.ipst.ac.th. [in Thai]

Niammanee, K. (2019). *Financial Mathematics in Daily Life. Bangkok: Chulalongkorn University.* [in Thai]

Pikultong, K., & Lertamornpong, C. (2019). Model Eliciting Activities (Meas): Mathematical Learning Management To Develop Problem-Solving Ability For Thai Students In Education 4.0. *Ournal F Ducation Aresuan Niversity, 21*(3), 342-355. [in Thai]

Pikultong, K., Lertamornpong, C., Siriporn, T., & Chuntra, C. (2019). The Development of an Instructional Process for Enhancing Mathematical Problem Solving ability. Education *Journal Prince of Songkla University Pattani Campus , 29* (3), 14-31. [in Thai]

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2011). *TIMSS 2011 International Results in Mathematics.* Retrieved May 4, 2021, from http://timssthailand.ipst.ac.th/timss2011-math-report. [in Thai]

---------. (2012). *Measurement and evaluation*. Bangkok: Se-Education. [in Thai]

---------. (2014). *PISA 2012 assessment results, reading and math science, excellence and educational equality.* Retrieved April 10, 2021, from http://pisathailand.ipst.ac.th/ isbn9786163621344. [in Thai]

---------. (2017). *Mathematics Learning Course Manual (Revised Edition B.E. 2013) in accordance with the Core Curriculum of Basic Education B.E. 2008* (High School Level). Retrieved July 12, 2021, from https://www.scimath.org/e-books/8379/8379.pdf. [in Thai]

Ugsornkid, S. (2012). *Problem solving and problem solving in mathematics*. Bangkok: Vista Inter print. [in Thai]