

The Development of an Instructional Process for Enhancing Mathematical Problem Solving ability

Kwanhatai Pikultong

Ph.D. (Teaching Mathematics), Doctor Degree Student

Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bang Khen

Chanisvara Lertamornpong

Ph.D. (Curriculum and Instruction), Assistant Professor

Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bang Khen

Siriporn Thipkong

Ed.D. (Mathematics Education), Associate Professor

Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bang Khen

Chanon Chuntra

Ph.D. (Curriculum and Instruction), Associate Professor

Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bang Khen

Abstract

Developing ideas for problem solving is the key to educational management, enabling students to apply knowledge and ability to solve problems in the situation that has faced. The researcher conducted research and development. The purposes of this research and development study were (1) to develop an instructional process for enhancing mathematical problem solving ability by using mathematical modeling, Model-Eliciting Activities (MEAs) and mathematical connections and (2) to study the implementation of the developed instructional process. The instructional process was implemented to eighth grade students of Suan Taeng Wittaya School during the second semester of the academic year 2015 and 2016. The research instrumented were 1) mathematical problem solving ability test, 2) 24-period lesson plans, and 3) student learning log. The quantitative data were analyzed by using descriptive statistics and dependent sample t-test. Content analysis was utilized to analyze the qualitative data. The research findings were as follows: The instructional process to enhance the ability for solving mathematical problems consists of six steps: 1) knowledge or problem orientation, 2) mathematical problem recognition, 3) mathematical problem solving, 4) sharing experience, 5) evaluation for development, and 6) practice and knowledge extension. Additionally, the students' mathematical problem solving ability after learning was higher than before through this instructional process at .05 level of significant both overall and by each lesson. The students had progressively improve their abilities to solve mathematical problems. The students' reflection showed that they had sufficient knowledge to solve and extend problems. They could recognize their trouble in solving problems, but only some of them could cope with the difficulties by themselves.

Keywords: Problem Solving Ability, Instructional Process, Mathematical Modeling, Model-Eliciting Activities (MEAs), Mathematical Connections

การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขวัญหทัย พิกุลทอง

ศษ.ด. (สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์), นิสิตปริญญาเอก
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์

ศษ.ด. (หลักสูตรและการสอน), ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

สิริพร ทิพย์คง

Ed.D. (Mathematics Education), รองศาสตราจารย์
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

ชานนท์ จันทรา

ศษ.ด. (หลักสูตรและการสอน), รองศาสตราจารย์
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

บทคัดย่อ

การพัฒนาความคิดในการแก้ปัญหาเป็นกุญแจสำคัญสำหรับการจัดการศึกษาทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้และความสามารถไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ที่ต้องเผชิญได้ ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยและพัฒนา โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย 1) พัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบ MEAs และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และ 2) ศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวนแตงวิทยา ภาควิชา ภาควิชา ปีการศึกษา 2558 และ 2559 เนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และการประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 24 คาบเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบบันทึกการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย และ t-test วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนามีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความรู้ กระตุ้นความสนใจ 2) ขั้นตระหนักคิดในการแก้ปัญหา 3) ขั้นแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4) ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ 5) ขั้นประเมินผลเพื่อพัฒนา และ 6) ขั้นฝึกทักษะ และขยายความรู้ และผลการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวม และจำแนกเป็นบทเรียน นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น ผลการสะท้อนคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความรู้เพียงพอในการแก้ปัญหา และขยายปัญหา นักเรียนสามารถรับรู้ถึงอุปสรรค และปัญหาต่าง ๆ ในระหว่างการแก้ปัญหา แต่มีนักเรียนเพียงบางคนเท่านั้นที่สามารถแก้ไขปัญห และอุปสรรคที่เกิดขึ้นได้ด้วยตนเอง

คำสำคัญ: ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กระบวนการเรียนการสอน การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบ MEAs การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

บทนำ

การแก้ปัญหาเป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับนักเรียนในการนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคมอย่างเต็มตามศักยภาพ โดยเฉพาะในยุคปัจจุบันที่โลกและสังคมมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา นักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้ ผึกฝน และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาให้เกิดขึ้น การเรียนรู้การแก้ปัญหาจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอน มีระเบียบ และรู้จักตัดสินใจอย่างถูกต้อง (NCTM, 1989; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2553; สิริพร ทิพย์คง, 2556) ดังนั้น กระบวนการจัดการเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์จึงควรสนับสนุนให้นักเรียนได้รับการส่งเสริมเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสอดคล้องกับแนวคิดของ Fisher (1987) ที่กล่าวว่าทักษะการแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐานสำหรับการดำเนินชีวิต และเป็นทักษะที่ส่งเสริมความสามารถต่าง ๆ นำไปสู่การประสบความสำเร็จในชีวิต ดังนั้น การแก้ปัญหาจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากในการจัดการศึกษาของมนุษย์

ในมุมมองของผู้วิจัยมีความเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรมีลักษณะที่เน้นไปในด้านการฝึกปฏิบัติ ฝึกประสบการณ์จริงเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหากับสถานการณ์มากกว่าการเรียนรู้ด้านเนื้อหาในห้องเรียนเพียงอย่างเดียว ดังเช่น การประเมินผลระดับนานาชาติของโครงการ TIMSS และโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติโครงการ PISA (Programme for International Student Assessment) ซึ่งเป็นการประเมินผลเพื่อพิจารณาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งด้านความรู้ความเข้าใจในการบูรณาการ และด้านการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยการแก้ปัญหาเพื่อให้นักเรียนเผชิญกับปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงได้จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว การแก้ปัญหาจึงถือเป็นเครื่องมือสำคัญที่ทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีความหมาย มีคุณค่า เชื่อมโยงความรู้สู่การปฏิบัติและส่งผลให้นักเรียนเติบโตเป็นประชากรที่มีคุณภาพในอนาคต โดยครูสามารถจัดการเรียนการสอนให้การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการในการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเรียนในห้องเรียนกับบริบทในชีวิตจริงเพื่อนำไปสู่การหาทางเลือกที่เหมาะสมในการหาคำตอบของ

ปัญหา โดยการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อย่างมีแบบแผน ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Lester and Kehle, 2003) ทั้งนี้ กระบวนการเรียนการสอนที่ใช้ควรมีการนำเสนอปัญหาที่ท้าทาย น่าสนใจ เสมือนปัญหาในโลกแห่งความจริงเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียน อยากรู้ อยากแก้ปัญหา ตลอดจนมีแนวทางในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ตามแนวคิดในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ Evitt (2004) โดยนักเรียนสามารถนำไปปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตประจำวันได้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นไปตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities (MEAs) (Lesh, Hoover, Hole, Kelly, & Post, 2000) นอกจากนี้ Pourdavood (2003) และ Showalter (2008) ได้ทำงานวิจัยด้านการจัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และตรวจสอบผลของการใช้รูปแบบ MEAs และการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ พบว่าการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อการแก้ปัญหาทำให้นักเรียนมีแนวโน้มในการพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างเป็นพลวัต มีการเชื่อมโยงกันระหว่างความรู้ แนวคิด และกระบวนการทำงาน กล่าวคือนักเรียนได้เรียนรู้จากปัญหานั้นพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาลงจนความสามารถในการตั้งปัญหาไปพร้อม ๆ กัน การจัดการเรียนการสอนรูปแบบดังกล่าวช่วยสนับสนุนให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง และมีระดับการเรียนรู้ที่สูงขึ้น มุ่งเน้นที่จะดึงความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ และกระบวนการคิดของนักเรียนเพื่อให้ครูผู้สอนช่วยเหลือนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขณะนี้ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการศึกษาอย่างจริงจัง และนำประเด็นการพัฒนาการศึกษาขึ้นเป็นวาระแห่งชาติ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2556) มีเป้าหมายหลักของการศึกษา คือ “การเตรียมความพร้อมของนักเรียนสำหรับอนาคต” โดยมีความจำเป็นต้องปรับปรุง และพัฒนากระบวนการเรียนการสอนอย่างเร่งด่วนเพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษาของไทยอย่างจริงจังและต่อเนื่อง จากการทบทวนวรรณกรรมต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงสนใจนำแนวคิดการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียนอย่างเป็นระบบ ช่วยแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของ

องค์ประกอบต่าง ๆ ที่ปรากฏในสถานการณ์ซึ่งนำไปสู่การหาทางเลือกที่เหมาะสมในการหาคำตอบของปัญหา และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นทักษะที่ควรสนับสนุนให้เกิดขึ้นกับนักเรียนควบคู่ไปกับทักษะการแก้ปัญหาเพราะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดี และมองเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ สามารถนำไปใช้กับศาสตร์อื่น มาใช้ร่วมกับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ MEAs ซึ่งเป็นการเรียนการสอนที่มีการนำเสนอปัญหาที่ท้าทาย น่าสนใจ และเสมือนโลกแห่งความจริงเพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างมีแนวทางในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในรูปแบบต่าง ๆ โดยนักเรียนสามารถนำไปปรับใช้เพื่อสร้างความมั่นใจในการทำงาน และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนสถานการณ์ชีวิตประจำวันได้ โดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์ วิเคราะห์แนวคิดดังกล่าวมาใช้ในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการกระตุ้นให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งผู้บริหาร ครู และผู้ปกครอง จากโรงเรียนในภาครัฐ และเอกชนให้ตระหนักถึงความสำคัญในการพัฒนาและร่วมกันปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น เพื่อบรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาชาติตามที่กำหนดไว้ การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้รู้เตรียมความพร้อมนักเรียนในการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ให้เจริญเติบโตไปเป็นประชากรที่มีคุณภาพ พัฒนาคุณภาพนักเรียนให้พร้อมที่จะมีส่วนร่วมในการแข่งขันเชิงเศรษฐกิจ และเป็นแนวทางในการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบ MEAs และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

ผู้วิจัยใช้ระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนา (Research and Development) แผนการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi - Experimental Design) โดยการนำเสนอข้อมูลในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ นำเสนอกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนา และผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างครอบคลุม

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยมีการดำเนินการวิจัยตามวัตถุประสงค์ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษา วิเคราะห์ ปัญหา สภาพปัจจุบัน และข้อมูลพื้นฐานของการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และแนวคิด ทฤษฎีเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบ MEAs และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยดำเนินการดังนี้ (R1)

1.1 ศึกษาปัญหา สภาพปัจจุบัน และข้อมูลพื้นฐานของการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์

1) ศึกษาวิเคราะห์ ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในประเทศไทย

2) ศึกษาสภาพปัญหา ปัจจัย และเงื่อนไขที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากครูคณิตศาสตร์ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งผู้วิจัยกำหนดให้มีคุณลักษณะที่แตกต่างกันทางด้านประสบการณ์ทำงาน และคุณวุฒิ รวม 10 ท่าน

3) ศึกษาสภาพปัญหา ปัจจัย และเงื่อนไขที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากนักเรียนที่ผ่านการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาแล้ว ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ เก่ง ปานกลาง อ่อน กลุ่มละ 3 คน รวม 9 คน

1.2 การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1) การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการสะท้อนคิดในการแก้ปัญหา

2) การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบ MEAs และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 สร้าง และพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบ MEAs และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยดำเนินการดังนี้ (D1)

2.1 การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบ MEAs และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2.2 การสร้าง และพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

2.3 การตรวจสอบความเหมาะสม ความถูกต้องของเนื้อหา ความชัดเจน และความเป็นไปได้ขององค์ประกอบในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่สร้างขึ้น โดยคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิ

2.4 การแก้ไข ปรับปรุง ตามข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำไปตรวจสอบคุณภาพ พร้อมทั้งแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง

ขั้นตอนที่ 3 นำกระบวนการเรียนการสอนไปใช้ศึกษาผลการใช้และปรับปรุง โดยดำเนินการดังนี้

3.1 การกำหนดแบบแผนการทดลอง กำหนดประชากร กลุ่มตัวอย่าง เนื้อหาที่ใช้ และระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1) แบบแผนการทดลองใช้การวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design)

2) ประชากร และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

2.1) ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวนแตงวิทยา จำนวนทั้งหมด 4 ห้องเรียน ปีการศึกษา 2558 มีจำนวน 103 คน และปีการศึกษา 2559 มีจำนวน 115 คน

2.2) กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวนแตงวิทยา จำนวน 1 ห้องเรียน โดยปีการศึกษา 2558 ห้อง ม.2/1 มีจำนวน 24 คน และปีการศึกษา 2559 ห้อง ม.2/4 มีจำนวน 28 คน

3) เนื้อหาในการวิจัย สารการเรียนรู้เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และการประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

4) ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 24 ชั่วโมง ในภาคปลาย ปีการศึกษา 2558 และ 2559

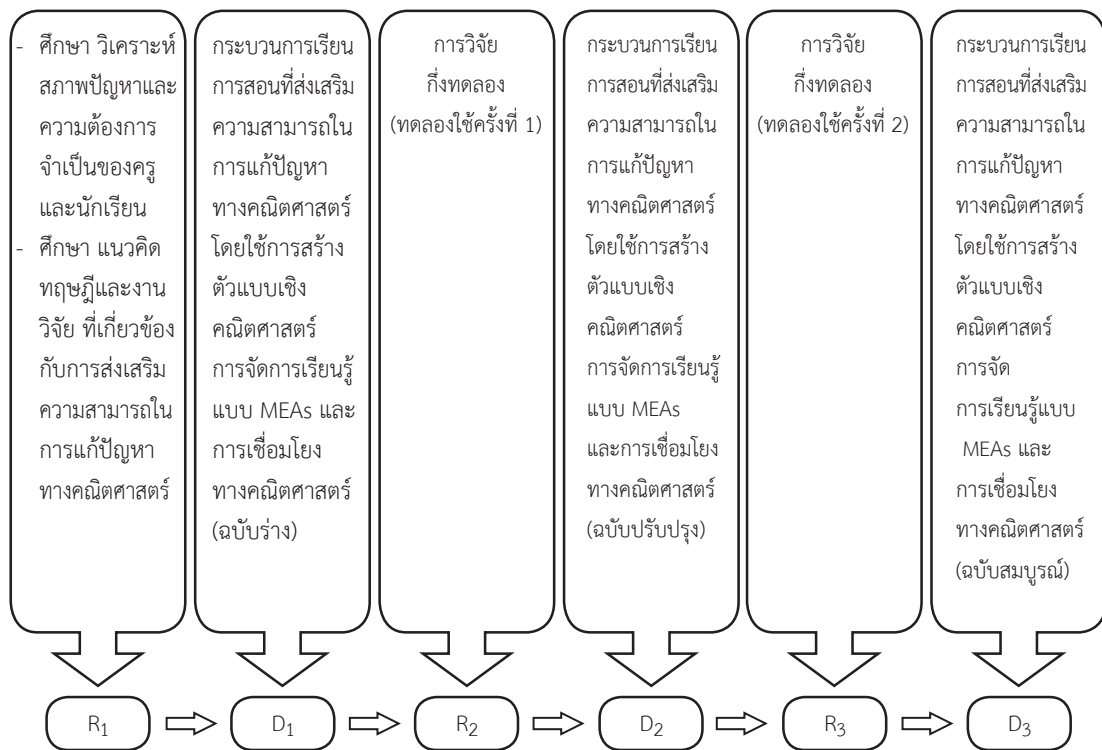
3.2 ผู้วิจัยนำกระบวนการเรียนการสอน และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ในรอบแรกกับนักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานในภาคปลาย ปีการศึกษา 2558 และทำการวิเคราะห์ และประเมินผลกระบวนการเรียนการสอนที่นำไปใช้ในรอบแรก (R2)

3.3 ผู้วิจัยปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น (D2)

3.4 ผู้วิจัยนำกระบวนการเรียนการสอน และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ได้รับการปรับปรุงจากการเรียนการสอนในรอบแรกไปใช้กับนักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคปลาย ปีการศึกษา 2559 และทำการประเมินผลวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล (R3)

3.5 ผู้วิจัยปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้กระบวนการเรียนการสอนมีความเหมาะสมตามเป้าหมายที่วางไว้ และจัดทำคู่มือการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น (D3)

รายละเอียดภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กระบวนการวิจัยและพัฒนา

เครื่องมือวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วยเครื่องมือ 5 ชนิด คือ

1. แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม ซึ่งเป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสำหรับใช้บันทึกการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) สำหรับครุตามประเด็นที่ผู้วิจัยได้กำหนดพร้อมแนวคำถามในการสนทนาเพื่อศึกษาหาข้อมูลจากครูเกี่ยวกับสภาพปัญหา ปัจจัยและเงื่อนไขที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน พร้อมทั้งแนวทางการดำเนินการแก้ไขและพัฒนากระบวนการเรียนการสอน
2. แบบบันทึกการสัมภาษณ์ ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์คำถามปลายเปิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสำหรับใช้บันทึกการสัมภาษณ์แบบกลุ่ม (Group Interview) ซึ่งผู้วิจัยจะใช้สัมภาษณ์นักเรียนโดยใช้คำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียน

ได้แสดงความคิดเห็นและเป็นแนวคำถามในการสนทนาเพื่อศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหา ปัจจัย และเงื่อนไขที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน พร้อมทั้งแนวทางการดำเนินการแก้ไข และพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

3. แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนา มีจำนวนทั้งหมด 24 แผนการเรียนรู้ โดยมีการวิเคราะห์เนื้อหา ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ให้เป็นไปตามกรอบของหลักสูตรแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมีความสอดคล้องกับหลักสูตรของสถานศึกษา ดังตาราง 1

ตาราง 1 รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้

เรื่อง	จำนวนชั่วโมง	จำนวนแผนการเรียนรู้
หน่วยที่ 1 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	12	12
1.1 สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	2	2
1.2 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	6	6
1.3 บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส	4	4
หน่วยที่ 2 การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	12	12
2.1 ทบทวนการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	10	10
2.2 การนำไปใช้	2	2

4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในช่วงก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนา โดยเป็นข้อสอบอัตนัยให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิด เหตุผล หรือแสดงวิธีทำจำนวน 5 ข้อ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความยากง่าย 0.63 ค่าเฉลี่ยอำนาจจำแนก 0.46 และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง 0.88 โดยแบบทดสอบครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และการประยุกต์

สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่นักเรียนเคยเรียนมาในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2

5. แบบบันทึกการเรียนรู้ เป็นแบบบันทึกผลการเรียนรู้ที่นักเรียนใช้บันทึกสิ่งที่เรียนรู้ ความรู้สึก ปัญหา ข้อสงสัย ความรู้ ความเข้าใจ และการสะท้อนความคิดในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่มีทุกครั้งหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพด้านการจัดการเรียนการสอนการเรียนรู้ การสะท้อนการคิดในการแก้ปัญหา และผลการเรียนรู้ที่ได้จากการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น



ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผล กระบวนการเรียนการสอนที่นำไปใช้โดย

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1) ประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองของนักเรียน โดยเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในภาพรวมและจำแนกตามบทเรียนโดยใช้สถิติ t-test for independent ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

2) ประเมินผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยประเมินชิ้นงานจากใบงาน ใบกิจกรรม

3) ประเมินผลการสะท้อนคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบบันทึกการเรียนรู้

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

1) ศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา

2) ศึกษาผลการพัฒนาการสะท้อนคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา

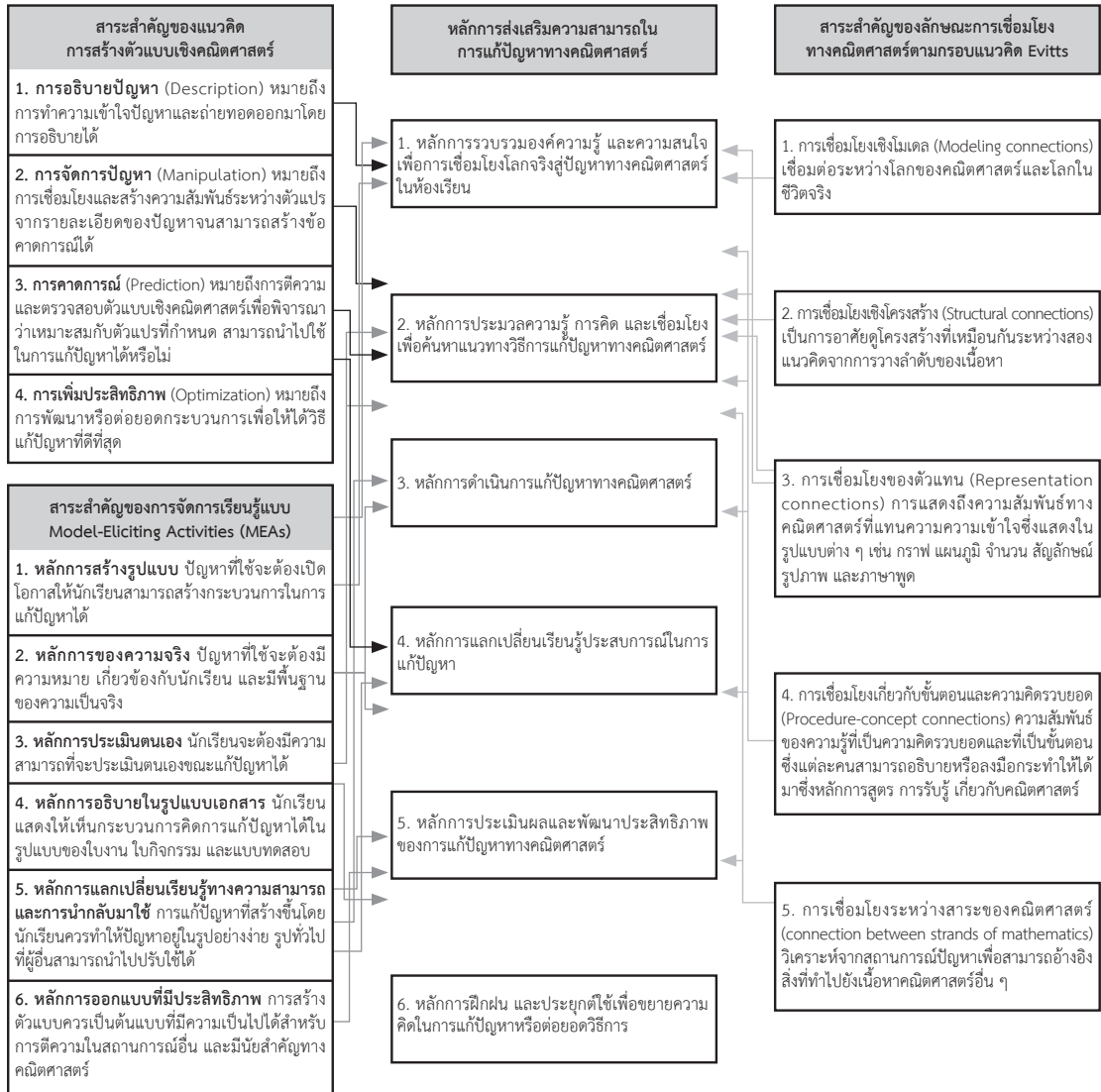
ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตามวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบ MEAs และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ หลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการเรียนการสอนและการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยมีกรอบการพัฒนาการสร้างกระบวนการจัดการเรียนการสอนดังภาพประกอบ 3

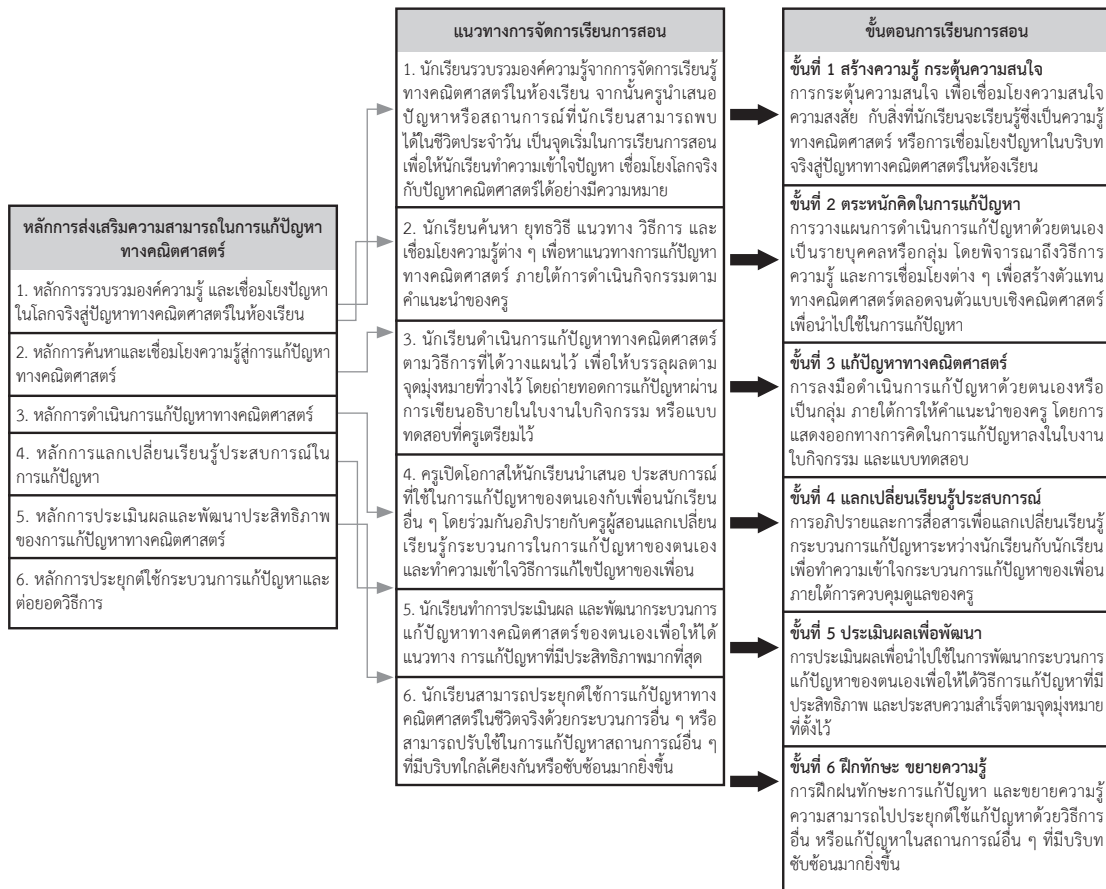
หลักการของการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน



ภาพประกอบ 3 กรอบการพัฒนาการสร้างกระบวนการจัดการเรียนการสอน

จากภาพประกอบ 3 หลักการสำคัญของแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบ MEAs และ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้เป็นหลักของกระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีหลักสำคัญ 6 ประการ คือ 1) หลักการรวบรวมองค์ความรู้ และเชื่อมโยงปัญหาในโลกจริงสู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในห้องเรียน 2) หลักการ

ค้นหา และเชื่อมโยงความรู้เพื่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3) หลักการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4) หลักการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์เพื่อการแก้ปัญหา 5) หลักการประเมินผลและพัฒนาประสิทธิภาพของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 6) หลักการประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาหรือต่อยอดวิธีการมีขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอน 6 ขั้นตอน ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 การพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนจากแนวทางการจัดการเรียนการสอน

โดยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ดังนี้

1) การวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อน - หลังการใช้กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2) การวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการสะท้อนคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ใบกิจกรรม ใบงาน และแบบบันทึกการเรียนรู้

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

จากการนำกระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบ MEAs และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ไปทดลองใช้ ได้ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ สถิติ t-test for independent ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 พบว่า หลังเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาลึกซึ้งกว่าก่อนเรียนในภาพรวม (แสดงในตาราง 2 และ 3)

ตาราง 2 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในภาพรวม ปีการศึกษา 2558 และ 2559 (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

ปีการศึกษา		n	$\bar{X}$	s	df	t	sig
2558	ก่อน	24	8.08	1.932	23	27.052	0.000*
	ทดลอง						
	หลัง	24	15.54	1.933			
	ทดลอง						
2559	ก่อน	28	9.29	2.158	27	19.137	0.000*
	ทดลอง						
	หลัง	28	14.71	2.760			
	ทดลอง						

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 3 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนจำแนกตามบทเรียนปีการศึกษา 2558 และ 2559 (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

	สาระการเรียนรู้		n	$\bar{X}$	s	df	t	sig
2558	บทที่ 1	ก่อน	24	4.54	1.532	23	19.137	0.000*
		หลัง	24	9.00	1.445			
	บทที่ 2	ก่อน	24	3.54	0.884		13.226	0.000*
		หลัง	24	6.38	0.875			
2559	บทที่ 1	ก่อน	28	5.64	1.446	27	10.292	0.000*
		หลัง	28	8.82	1.926			
	บทที่ 2	ก่อน	28	3.64	0.951		11.851	0.000*
		หลัง	28	5.89	1.227			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากกระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบ MEAs และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลอง

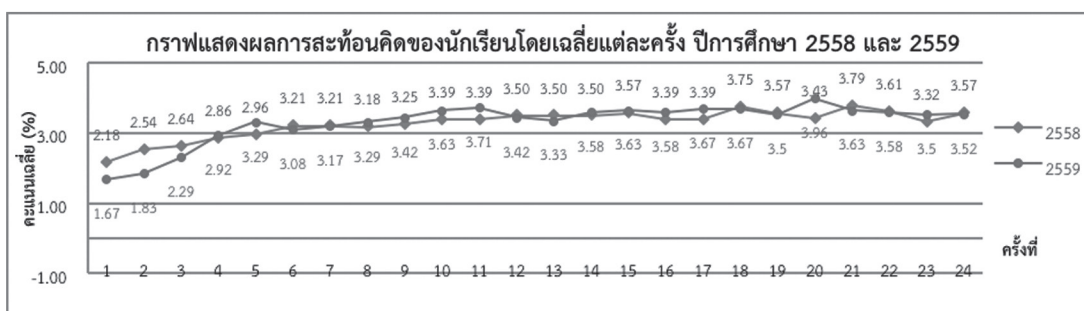
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากใบงาน ใบกิจกรรม พบว่าการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในการทดลองโดยรวมของนักเรียนส่วนมากได้รับการประเมินขึ้นงานว่ามีความถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน อยู่ในระดับดี และคะแนนเฉลี่ยของชิ้นงานส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่น่าพอใจ

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนพบว่า การสะท้อนคิดในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนโดยเฉลี่ยส่วนมาก

ได้รับการประเมินว่านักเรียนสามารถบันทึกความรู้จากกิจกรรมในชั้นเรียนได้ครบถ้วน ชัดเจน เป็นเหตุเป็นผล มีการแสดงความรู้ซึ่งเกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจต่อสาระการเรียนรู้รวมถึงแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของตนเอง และนำไปประยุกต์ใช้อยู่ในระดับปานกลางถึงระดับดี และคะแนนเฉลี่ยของการบันทึกการเรียนรู้ส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่น่าพอใจ

การสะท้อนคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักเรียนมีการสะท้อนคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีคะแนนเฉลี่ยจากผลการประเมินการเขียนบันทึกการเรียนรู้หลังจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับปานกลางถึงระดับดี จำนวน 28 คน คิดเป็น 100% โดยมีคะแนนเฉลี่ย 3.28 คะแนน คิดเป็น 78.71% และเมื่อพิจารณาจากกราฟ (ดังแสดงในภาพที่ 5) จะพบว่าการสะท้อนคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง



ภาพประกอบ 5 กราฟแสดงผลการสะท้อนคิดของนักเรียนโดยเฉลี่ยแต่ละครั้ง ปีการศึกษา 2558 และ 2559

การอภิปรายผล

1. การอภิปรายผลจากกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนา

กระบวนการเรียนการสอนมีการพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ และมีแนวคิด ทฤษฎี หลักการที่เหมาะสมรองรับ รวมไปถึงกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ช่วยพิจารณาในประเด็นเกี่ยวกับความสอดคล้อง ความชัดเจน และ

ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนการสอน ซึ่งพบว่าค่า IOC ของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนา มีความสอดคล้องเหมาะสม แล้วจึงนำกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้สองครั้ง และจากการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นทั้งสองครั้งทำให้ได้ผลการศึกษาของการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมีเหตุผลสนับสนุนในแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. **ขั้นสร้างความรู้ กระตุ้นความสนใจ** ในขั้นนี้ครูสามารถใช้เทคนิควิธีการที่หลากหลายในการสร้างความรู้ กระตุ้นความสนใจให้กับนักเรียน เช่น การนำเสนอปัญหาในชีวิตประจำวันที่นักเรียนเกี่ยวข้อง ปัญหาที่อยู่รอบตัวที่นักเรียนต้องเผชิญ เป็นการกระตุ้นความสนใจให้กับนักเรียน เพราะการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เริ่มต้นจากปัญหาในชีวิตจริงและสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้จะทำให้ให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความหมาย เร้าความสนใจของนักเรียนให้รู้สึกสนุกกับการเรียน มีความอยากรู้ อยากลอง เห็นความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหา และการนำไปใช้ หรือแม้กระทั่งการถามคำถามตรวจสอบและทบทวนความรู้พื้นฐาน ทบทวนบทเรียนที่ผ่านมา เฉลยการบ้านหรือปัญหาที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจ เพื่อให้เกิดความเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ของนักเรียน เป็นการเตรียมความพร้อมเบื้องต้นเพื่อเข้าสู่กระบวนการเรียนการสอนในขั้นตอนถัดไป

2. **ขั้นตระหนักคิดในการแก้ปัญหา** ในขั้นนี้บทบาทของครูมีความสำคัญมากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ครูจะต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีเพื่อสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด สามารถทำได้โดยการใช้คำถามกระตุ้นความคิด การให้นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม หรือคู่ที่สามารถแสดงความคิดเห็นร่วมกันได้ ทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและเข้าใจความรู้ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนมากยิ่งขึ้น

3. **ขั้นแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** ในขั้นนี้นักเรียนใช้การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายเพื่อให้ได้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดตามความสามารถของผู้เรียน ภายหลังจากขั้นที่แล้วจะทำให้ในขั้นนี้นักเรียนมีความกล้าเผชิญหน้ากับการแก้ปัญหามากขึ้น มีความพยายามในการเอาชนะความยากของปัญหาทางคณิตศาสตร์ยิ่งขึ้น เพราะนักเรียนมีความมั่นใจจากการวางแผน มีการสร้างความสัมพันธ์ที่มีจุดมุ่งหมายในการดำเนินการแก้ปัญหา การทำกิจกรรมดังกล่าวเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหา ได้แสดงความคิดเห็น ได้อธิบายแนวคิด แสดงเหตุผล และแก้ปัญหาร่วมกันก่อให้เกิดความภูมิใจในการทำงาน

4. **ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์** ในขั้นนี้การใช้การอภิปรายสื่อสารแลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนและครูเพื่อตรวจสอบและพัฒนากระบวนการของตนเอง ได้ฝึกฝนให้นักเรียนกล้าคิดกล้าแสดงออก การนำเสนอผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียน การถ่ายทอดความรู้ผ่านการพูดอธิบายเป็นกิจกรรมที่เชื่อเชิญให้เพื่อนร่วมชั้นมีส่วนร่วมกับการบวนการในการแก้ปัญหาของนักเรียน แบ่งปันความคิด สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน และระหว่างนักเรียนกับครู ได้ใช้ทักษะการสื่อสารระหว่างบุคคล

5. **ขั้นประเมินผลเพื่อพัฒนา** ในขั้นนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการประเมินผลกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง การสนับสนุนความคิดของตนเองหรือการยอมรับความคิด หรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง หรือการยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด และพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด มีการประเมิน 2 ลักษณะ คือ 1) การประเมินโดยตนเอง โดยการทบทวนกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองเปรียบเทียบกับของเพื่อน เป็นการสะท้อนความคิดของตนเองในการสนับสนุนความถูกต้องหรือการยอมรับความผิดพลาดที่เกิดขึ้นแล้วทำการปรับปรุงหรือการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองให้ดียิ่งขึ้น 2) การประเมินและวัดผลโดยครูเป็นการตัดสินความถูกต้องของกระบวนการและผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาของนักเรียนแล้วสะท้อนผลที่ได้ให้นักเรียนทราบ

6. **ขั้นฝึกทักษะ ขยายความรู้** ในขั้นนี้นักเรียนนำเสนอผลการแก้ปัญหาของตนเอง ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความถูกต้อง และความเพียงพอของประสิทธิภาพของกระบวนการแก้ปัญหาระหว่างเพื่อนร่วมชั้นเรียน และครูผู้สอนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่มีความคล้ายคลึงกัน พร้อมทั้งต่อยอดกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาให้เป็นแบบแผนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ ทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาจนเกิดทักษะ ความชำนาญ และนำความรู้ความสามารถที่มีไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้จากการแก้ปัญหาหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้ เป็นการขยายความรู้ซึ่งช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

2. การอภิปรายผลจากผลการทดลองใช้

กระบวนการเรียนการสอน

ผลการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนพบว่า

1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวม และรายบทเรียน 2) นักเรียนมีการสะท้อนคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีคะแนนเฉลี่ยจากผลการประเมินการเขียนบันทึกการเรียนรู้หลังจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับปานกลางถึงระดับดี และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Showalter (2008) ซึ่งพบว่าแนวคิดการสอนจากโจทย์ปัญหาเพื่อสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมจาก MEAs ช่วยสนับสนุนให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง มีระดับการเรียนรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น นอกจากนี้ยังดึงความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจและกระบวนการคิดของนักเรียน เพื่อให้ครูผู้สอนช่วยเหลือนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Pourdavood (2003) ที่ใช้กิจกรรม MEAs โดยเริ่มต้นบทเรียนจากปัญหาที่น่าสนใจพบว่ากิจกรรมที่มีการทำงานร่วมกันช่วยพัฒนาวัฒนธรรมในการทำงานของนักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหา การสร้างโจทย์ปัญหา และการร่วมมือกัน สร้างความสนใจให้เพิ่มขึ้น นักเรียนมีแนวโน้มในการพึ่งพาซึ่งกันและกัน ได้เรียนรู้ปัญหาค้นพบความสามารถในการแก้ปัญหาตลอดจนความสามารถในตั้งปัญหาไปพร้อม ๆ กัน การเรียนการสอนรูปแบบดังกล่าวช่วยสนับสนุนให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง และมีระดับการเรียนรู้ที่สูงขึ้น ดึงความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ และกระบวนการคิดของนักเรียนแสดงออกมาให้ผู้อื่นเห็นได้ นอกจากนี้ข้อมูลจากวิจัยซึ่งเกี่ยวข้องกับชนิดของโจทย์ปัญหาและความสนใจของผู้มีส่วนร่วมยังพบว่าโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจสามารถกระตุ้นความสนใจในการทำงานของนักเรียนมากกว่าปัญหาที่คุ้นเคย ซึ่งปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา

จากผลการทดลองดังกล่าว กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

ปัจจัยดังนี้

ประการที่หนึ่ง กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาประกอบด้วยขั้นตอนที่มีการนำปัญหาในชีวิตจริงเสมือนจริง หรือบริบทใกล้เคียงความจริงมาใช้เป็นจุดเริ่มของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ NCTM (1989) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรต้องให้โอกาสนักเรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเองให้มาก โดยจัดสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจ ทำท่าย่อยยากคิดปัญหาที่เหมาะสมกับศักยภาพของนักเรียน โดยอาจเริ่มด้วยปัญหาที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวันที่นักเรียนสามารถใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้ว มาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหา สอดคล้องกับ Krulik and Rudnik (1993) ที่กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความเชื่อมโยงกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่นำมาใช้อย่างสอดคล้องกับสาระของปัญหาจึงจะทำให้แก้ปัญหาได้ ต่อจากนั้นจึงเพิ่มสถานการณ์หรือปัญหาที่แตกต่างจากที่นักเรียนเคยพบ ได้มีประสบการณ์ต่าง ๆ ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้เผชิญกับปัญหาใหม่ก็จะสามารถนำประสบการณ์เดิมมาเทียบเคียงช่วยพัฒนาให้แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ และสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555) ที่กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าควรเป็นการเรียนการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์โดยผ่านสถานการณ์ปัญหาที่เหมาะสมกับช่วงวัยและพัฒนาการของนักเรียน ให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ มีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน จากจุดเน้นของการใช้หลักการของความจริงในการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนในการดำเนินกิจกรรม ทำให้นักเรียนได้เปลี่ยนจากการเรียนเป็นการรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้

ประการที่สอง กิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นตระหนักคิดเพื่อแก้ปัญหาเป็นขั้นที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีโดยใช้กระบวนการทางปัญญา (Cognitive apparatus) ของตน ครูทำหน้าที่เพียงกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเกิดคำถาม และสร้างประเด็นที่สนใจ นักเรียนต้องประเมินความยากง่ายของ

ปัญหาและค้นหาวิธีสำหรับการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ นักเรียนได้เรียนรู้ว่าวิธีการใดเหมาะสมความรู้ใดที่ควรนำมาใช้ สามารถเลือกกลวิธีในการวางแผนแก้ปัญหาต่าง ๆ ตลอดจนสามารถเชื่อมโยงตัวแทนทางคณิตศาสตร์กับปัญหาที่พบจนสร้างตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ซึ่งสะท้อนได้จากผลการตระหนักคิดของนักเรียนจากใบงาน ใบกิจกรรมพบว่าในช่วงเริ่มต้นของการทดลองนักเรียนส่วนมากไม่ทราบว่าจะใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ใดกับปัญหาที่พบเมื่อเวลาผ่านไปหลังจากที่นักเรียนได้สังเกต จดจำ เรียนรู้ และฝึกฝนก็สามารถเลือกใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม เช่น การเขียนแผนผังความคิด การวาดภาพ การเขียนบรรยายลักษณะต่าง ๆ จนนำไปสู่การสร้างตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้เป็นกระบวนการที่มุ่งเน้นให้นักเรียนตระหนักถึงขั้นตอนในการทำงานมากกว่าผลลัพธ์ สอดคล้องกับ Cheng (2001) ได้กล่าวถึงการสร้างตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Modeling) ว่าเป็นกระบวนการสร้างตัวแทน (Representing) ของปัญหาที่พบในโลกแห่งความจริง (Real world problems) ให้อยู่ในรูปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical terms) และพยายามที่จะหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น และสอดคล้องกับ Eric (2008) ที่กล่าวถึงการสร้างตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการสำคัญในการแก้ปัญหาที่เพิ่งได้รับการสนับสนุนให้เป็นทิศทางใหม่สำหรับการวิจัยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกับ Doruk (2012) ที่กล่าวว่าการใช้กิจกรรมการสร้างตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ดีอย่างมากในทางปฏิบัติสำหรับการศึกษาคณิตศาสตร์ เพราะการสร้างตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ที่มีศักยภาพจะช่วยสร้างมิติใหม่ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน และสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

ประการที่สาม กิจกรรมการเรียนการสอนชั้น ประเมินผลเพื่อพัฒนา เป็นขั้นที่นักเรียนทำการประเมินผลจากการทำงานและพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตนเอง เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นการสะท้อนความคิดของตัวนักเรียนในการสนับสนุนความถูกต้อง หรือการยอมรับความผิดพลาดที่เกิดขึ้นแล้วปรับปรุง แก้ไข หรือพัฒนา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น

สังเกตได้จากการทำงานของนักเรียนในช่วงแรกของการทดลอง พบว่าระหว่างที่เพื่อนนักเรียนออกไปนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนกลุ่มอื่นจะพ่วงกับการแก้ปัญหาของตนเองจนไม่สนใจการนำเสนอของเพื่อน ต่อมาเมื่อทราบว่าครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ไขประเมินผลเพื่อพัฒนาได้ก็พบว่านักเรียนมีความสนใจ การอธิบายนำเสนอของเพื่อนมากยิ่งขึ้น มีการซักถามข้อสงสัยตรวจสอบความเป็นไปได้เพื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการของตนเอง สอดคล้องกับ วาสุกรี แสงป้อม (2560) ที่กล่าวเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนอภิปรายในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนได้สะสมสิ่งที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาตลอดจนมีความมั่นใจในการทำงานเมื่อกระบวนการในการแก้ปัญหาของเพื่อนเหมือนของตนเอง สอดคล้องกับ Lesh and Lehrer (2003) ได้กล่าวว่า การพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาควรให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และแก้ปัญหาไปพร้อมกัน ในขณะเดียวกันก็จำเป็นต้องพัฒนาตัวแบบหรือเครื่องมือพื้นฐานที่ใช้ในการแก้ปัญหาควบคู่กันไปด้วยเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายที่วางไว้ และสอดคล้องกับ สสวท. (2555) ที่กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนลงปฏิบัติแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพราะการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาตลอดจนได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด อธิบายและนำเสนอแนวคิดของตนอย่างอิสระ และยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนไม่ว่าจะถูกหรือผิด เพราะการตอบผิดของนักเรียนจะทำให้ครูได้รู้ว่าข้อผิดพลาดนั้นมาจากไหน มีมากน้อยเพียงใดและไม่ควรย้ำสิ่งที่นักเรียนทำผิดหรือเข้าใจผิด แต่ควรซักถาม อธิบายและเปิดอภิปราย เพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ถูกต้องพร้อมทั้งปรับปรุงและพัฒนากระบวนการของตนเองให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ประการที่สี่ ภายหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนสะท้อนผลการเรียนรู้โดยการเขียนบันทึกการเรียนรู้อย่างลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ซึ่งมีสองส่วน คือ ส่วนแรกนักเรียนบันทึกความรู้ ข้อค้นพบการจากเรียนรู้

เกี่ยวกับกิจกรรมหรือเรื่องที่เรียนในวันนั้น ส่วนที่สองเป็นข้อคำถามที่ขยายความรู้ซึ่งเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่นักเรียนได้ร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน เช่น จากความรู้ที่ได้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างไร จะเกิดอะไรขึ้น ถ้า...แล้ว... ฯลฯ ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวเป็นการถ่ายโอนความรู้ของนักเรียนภายหลังการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านการเขียนช่วยให้ นักเรียนได้ฝึกการสังเกต การคิดวิเคราะห์ จัดระบบความคิด และสื่อสารกับผู้อื่นได้อย่างเข้าใจ เป็นวิธีการสะท้อนคิดรูปแบบหนึ่งที่ช่วยพัฒนานักเรียนด้านการคิด นักเรียนได้คิดไตร่ตรอง นึกทบทวนถึงสิ่งที่ตนทำหรือปฏิบัติ เป็นการพัฒนา การเรียนรู้ที่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาสาระเข้าด้วยกัน และเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ด้วยตนเอง มีการแสวงหาคำตอบโดยใช้เหตุผลแก้ไขปัญหานำไปสู่การพัฒนาปรับปรุงตนเอง และงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมถึงเป็นการวัดประเมินผลในระหว่างเรียนช่วยตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนว่ามีข้อบกพร่องใดที่ควรได้รับการแก้ไขก่อนที่จะเรียนเนื้อหาใหม่ และบางประเด็นช่วยให้ครูได้ข้อมูลเพื่อแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนในครั้งต่อไป สอดคล้องผลการวิจัยของ Tan and Garces-Bacsal (2013) ที่พบว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้มีความสำคัญในเชิงบวกต่อประสิทธิภาพในการเรียนคณิตศาสตร์และทัศนคติของนักเรียนอย่างมากเพราะการแสดงออกดังกล่าวของนักเรียนชี้ให้เห็นถึงความสามารถในการเรียนรู้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาคณิตศาสตร์ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ญัฐวัฒน์ มะลิวรรณ และวรรณิ แกมเกตุ (2557) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยการเขียนบันทึกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการไม่เขียนบันทึกการเขียนบันทึกการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถแสดงความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ประสบการณ์ของตนเองอีกทั้งยังเป็นเครื่องมือในการวินิจฉัยของครูต่อการเรียนของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนสามารถจัดลำดับความคิดในการเรียนคณิตศาสตร์อีกครั้ง ทำให้มีความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น เป็นเครื่องมือที่ช่วยปรับปรุงการสื่อสารในห้องเรียนระหว่างครูและนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยขอเสนอแนะให้ครู อาจารย์ และนิสิตที่ฝึกประสบการณ์วิชาชีพที่สนใจทำการศึกษาวิจัยและติดตามการดำเนินการนำกระบวนการเรียนการสอนไปใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้อื่น ๆ หรือเปลี่ยนแปลงนักเรียนกลุ่มตัวอย่างอื่น ๆ ที่มีระดับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน และโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดของโรงเรียนที่แตกต่าง เพื่อศึกษาความเหมาะสม และข้อจำกัดของกระบวนการเรียนการสอนต่อนักเรียนที่มีผลการเรียนต่างกันต่อไป เพราะปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายในมีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ (สำรวย ท้าวหาญ, 2560; Tambychik, T. and T.S.M. Meerah. 2010) นอกจากนี้ควรมีการศึกษามูลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่มีผลกับตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกันกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลความสามารถในการสื่อสาร ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ควรมีการเปิดโอกาสให้ผู้บริหาร ครู นักเรียนที่มีความเกี่ยวข้องได้ร่วมกันคิดรวบรวมนวางแผนในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนและการดำเนินการในการทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง “การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities (MEAs) และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์” ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย ประเภททุนบัณฑิตศึกษา จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2560 (This research was supported from graduate scholarship provided by the National Research Council of Thailand (NRCT) as of fiscal year 2017)

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐวัฒน์ มะลิวรรณ และวราณี แกมเกตุ. (2557). การเขียนบันทึกเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น: การวิเคราะห์พัฒนาการ. ปรินญา มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- वासुกรี แสงป้อม. (2560). การคิดขั้นสูงทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาในกระบวนการแก้ปัญหา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 28 (2), 95-108.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2553). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553. กรุงเทพฯ : พรักหวานกราฟฟิค.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2556). ประเทศไทยกับโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) : การประชุมสัมมนาทางวิชาการระหว่างประเทศ ประจำปี 2556 ของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา เรื่อง “การศึกษาเพื่ออนาคตประเทศไทย” วันที่ 23-25 มิถุนายน 2556. กรุงเทพฯ : สกศ.
- สำรวย ห้าวหาญ. (2560). ปัจจัยที่มีผลต่อเจตคติและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง. วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 18 (1), 142-158.
- สิริพร ทิพย์คง. (2556). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ศูนย์พัฒนาหนังสือ.
- Cheng, A. K.. (2001). “Teaching Mathematical Modelling in Singapore Schools.” *The Mathematics Educator*. 6 (1), 63-75.
- Doruk, B. K.. (2012). “Mathematical Modeling Activities as a Useful Tool for Values Education.” *Educational Sciences: Theory and Practice*. 12 (2), 1667-1672.
- Eric, C. C. M.. (2008). “Mathematical Modeling as Problem Solving for Children in the Singapore Mathematics Classroom.” *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*. 32 (1), 36-61.
- Evitts, A. T.. (2004). *Investigating the Mathematical Connections that Pre-service Teachers Use and Develop While Solving Problems from Reform Curricula*. Doctoral dissertation, The Pennsylvania State University.
- Fisher, D. H.. (1987). “Knowledge Acquisition Via Incremental Conceptual Clustering.” *Machine Learning*. 2, 139-172.
- Krulik, S. and Rudnick, J. A.. (1993). *Reasoning and Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teacher*. Boston : Allyn & Bacon.
- Lesh, R., M. Hoover, B. Hole, A. Kelly, and T. Post.. (2000). “Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers.” In A. Kelly and R. Lesh. (eds.). *Handbook of research design in mathematics and science education*. Mahwah, New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates, 113-149.
- Lesh, R. and R. Lehrer. (2003). Models and Modeling Perspectives on the Development of Students and Teachers. *Journal of Mathematical Thinking and Learning*. 5 (23), 109-129.
- Lester, F. K. and P. E. Kehle.. (2003). *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematical problem solving, learning, and teaching*. Mahwah, New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates.

- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, Virginia: NCTM.
- Pourdavood, R. R.. (2003). *Problem Solving Dynamics – Student Nonroutine Problem Solving Engagement: A Case Study of Four Nine Grade Mathematics Students*. Degree of Doctor of Philosophy. Norman, Oklahoma.
- Showalter, Q. (2008). *The Effect of Model-Eliciting Activities on Problem Solving Process and Student Disposition toward Mathematics*. Master of Sciences the Graduate, Faculty of the University of Kansas.
- Tan, T. and R. M. Garces-Bacsal. (2013). “The Effect of Journal Writing on Mathematics Achievement among High-Ability Students in Singapore”. *Gifted and Talented International*. 28 (1), 173-184.
- Tambychik, T. and T.S.M. Meerah. (2010). “Students’ Difficulties in Mathematics Problem-Solving : What do they Say?” *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 8 (2010), 142–151.