

การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และการสื่อสารด้านการเขียน ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*

รติดา วรรณรัตน์¹ อาพันธ์ชนิต เอนจิต² ผลาดร สุวรรณโพธิ์³

(วันที่รับบทความ: 17 เมษายน 2563; วันที่แก้ไขบทความ: 31 พฤษภาคม 2563; วันที่ตอบรับบทความ: 10 มิถุนายน 2563)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กับเกณฑ์ร้อยละ 75 2) เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนชลบุรี "สุขบท" ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 11 แผน 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น 0.93 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ: กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์, ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์, การสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์

* บทความวิจัยหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2562

¹ นักศึกษาหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, Email: wannarat25r@gmail.com

² อาจารย์, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา



Creative Problem Solving Process Learning Management for Developing Mathematical Creative Problem Solving and Written Communication Abilities of Mathayomsuksa II Students *

Rasita Wannarat¹ Apunchanit Jenjit² Paladorn Suwannapho³

(Received: April 17, 2020; Revised: May 3, 2020; Accepted: June 10, 2020)

Abstract

The purposes of this research were 1) to compare the mathematical creative problem solving ability of mathayomsuksa II students after learning with creative problem solving process learning management with set 75% criterion. 2) to compare the written communication ability of mathayomsuksa II students after learning with creative problem solving process learning management with set 75% criterion. The sample were mathayomsuksa II students in the second semester of 2018 academic year at Chonburi Sukkhabot School, Who were selected by cluster random sampling method. The research instrument used in this research consisted of 11 lesson plans, mathematical creative problem solving and written communication abilities test (with reliability of 0.93). The data were analyzed by Mean, Standard Deviation and t-test for one sample.

The findings were as follows;

1. The mathematical creative problem solving ability of mathayomsuksa II students after learning creative problem solving process learning management was statistically higher than the set of criterion at the .01 level of significance.
2. The written communication ability of mathayomsuksa II students after learning creative problem solving process learning management was statistically higher than the set of criterion at the .01 level of significance.

Keywords: Creative Problem Solving Process, Mathematical Creative Problem Solving Ability, Written Mathematical Communication Ability

* Research Article from Thesis for the Master of Education Degree, Mathematics Teaching Program, Burapha University, 2019

¹ Student in Master of Education Degree, Mathematics Teaching, Faculty of Education, Burapha University, Email: wannarat25r@gmail.com

² Lecturer, Faculty of Education, Burapha University

³ Assistant Professor, Faculty of Education, Burapha University

ความสำคัญและปัญหาการวิจัย

โลกในยุคปัจจุบันได้วิวัฒนาการเข้าสู่สังคมแห่งความรู้และทักษะ เนื่องจากความเฟื่องฟูของระบบทุนนิยมทำให้เกิดปัญหาช่องว่างทางรายได้ ด้วยวิวัฒนาการดังกล่าวเป็นผลให้แต่ละประเทศต้องเร่งพัฒนาศักยภาพและปรับตัวให้เท่าทันต่อสภาวะการณ์ที่เกิดขึ้น สิ่งสำคัญในการพัฒนาประเทศขึ้นอยู่กับการพัฒนาคุณภาพของประชากร การศึกษาและการเรียนรู้จึงเป็นครรลองของการดำเนินชีวิต การพัฒนาคนสามารถทำได้หลายรูปแบบ และสิ่งที่สำคัญที่สุดคือการให้การศึกษา (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2549: 11) ซึ่งสอดคล้องกับ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตรา 6 ได้ระบุไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540: 12)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 47) ซึ่งการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นสิ่งที่กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดไว้เป็นส่วนหนึ่งที่จำเป็นสำหรับนักเรียน แต่สภาพความเป็นจริงในปัจจุบันพบว่า ระบบการศึกษา “สอนให้จำ” มากกว่า “สอนให้คิด” (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2549: 46) และประเด็นปัญหาอีกประการหนึ่งเป็นข้อมูลที่ได้มาจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า เด็กไทยทำข้อสอบที่เป็นอัตนัยและข้อสอบที่เป็นการอธิบายความไม่ค่อยได้ เห็นได้จากผลการประเมินของโครงการ TIMSS จากผลการศึกษาพบว่า ประเทศไทยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เปรียบเทียบกับนานาชาติ มีคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ภาพรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในปี 2011 มีคะแนนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์เป็น 427 คะแนน (สสวท, 2556, หน้า 4) และในปี 2015 คะแนนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์เป็น 431 คะแนน โดยโครงการ TIMSS กำหนดค่ากลางของการประเมินเท่ากับ 500 คะแนน และยังได้จัดกำหนดเกณฑ์ความสามารถ ซึ่งจากผลคะแนนที่ผ่านมาประเทศไทยจัดอยู่ในเกณฑ์ระดับ 1 หรือระดับต่ำ โดยในการทำข้อสอบพบว่า นักเรียนไทยทำข้อสอบแบบเลือกตอบได้มากกว่าแบบเขียนตอบ ในการทำข้อสอบแบบเขียนตอบนักเรียนตอบคำถามได้ไม่ชัดเจน ตอบไม่ตรงคำถาม ตอบคำถามไม่ครบ ไม่สามารถเขียนคำอธิบายที่ต้องแสดงเหตุผลประกอบได้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ควรเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะ (สสวท, 2558ก: 9) และจากการสัมภาษณ์ครูในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชลบุรี “สุขบท” พบว่า คะแนนสอบของนักเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือต่ำกว่าร้อยละ 50 โดยเฉพาะในเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีคะแนนสอบต่ำกว่าเรื่องอื่น ๆ และจากการตรวจข้อสอบของครูพบว่า นักเรียนยังวิเคราะห์โจทย์ปัญหาไม่ค่อยได้ วิธีแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนมักจะเป็นวิธีแบบเดิมๆ ซึ่งเลียนแบบมาจากวิธีที่ครูยกตัวอย่าง และนักเรียนไม่สามารถแสดงแนวคิดของกระบวนการแก้ปัญหาผ่านทางการเขียนได้ดีเท่าที่ควร (สุเทียร พรพิมล สุภวัฒน์, สัมภาษณ์: 19 พฤศจิกายน 2561) ซึ่งผล

ดังกล่าว สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และการสื่อสารทางการเขียนทางคณิตศาสตร์

วิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีกระบวนการแก้ปัญหาที่มีความยืดหยุ่น โดยใช้วิธีดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน มีการประยุกต์ใช้จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ และแนวคิดใหม่ ๆ ร่วมกับข้อเท็จจริงที่มีอยู่ เพื่อให้ได้วิธีการในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดกับสถานการณ์ปัญหา (ชลาภฤกษ์ เหลี่ยมโรสง, 2554: 58) มีการทำงานร่วมกันระหว่างความคิดสร้างสรรค์และการคิดวิจารณ์ญาณ มีการเลือกและประเมินวิธีการแก้ปัญหานั้นได้วิธีที่ดีที่สุด มีการวางแผนแก้ปัญหา และนำไปแก้ปัญหา (สิทธิชัย ชมพูพาทย์, 2554: 13) เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีกระบวนการอย่างเป็นขั้นตอน นักเรียนจะต้องสื่อสารขั้นตอนในการแก้ปัญหาออกมาผ่านทาง การเขียน ซึ่งเป็นความสามารถในการอธิบายชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นรับรู้ มีการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย (อัมพร ม้าคนอง, 2547: 102) โดย การเขียนจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวินิจฉัยกระบวนการคิดของนักเรียนและเป็นการประเมินการเรียนรู้ นักเรียนเป็นรายบุคคลในการแสดงระดับความเข้าใจของนักเรียน (Riedesel, 1990: 337) จากผลการวิจัยของ สรวงสุดา ปานสกุล (2545) พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากผลการวิจัยของ อรพรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงและดีขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อใช้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และเป็นข้อมูลในการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการเตรียมคนให้พร้อมในการก้าวไปสู่การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กับเกณฑ์ร้อยละ 75

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กับเกณฑ์ร้อยละ 75

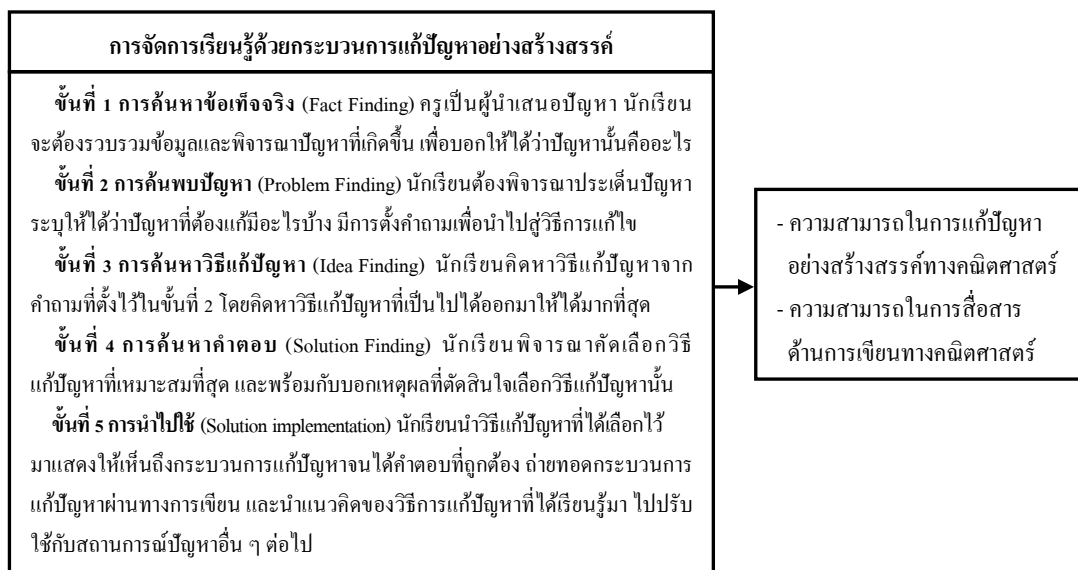
สมมติฐานการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75
2. ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดหลักการทฤษฎีที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย โดยศึกษาแนวคิดหลักการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Torrance, 1972 อ้างถึงใน อารี พันธุ์ณี, 2557:8-9; Guilford, 1967:313; Pam, 1976 อ้างถึงใน สิทธิชัย ชมพูพาทย์, 2554:32-33; Lumsdaine & Lumsdaine, 1995, p.16 อ้างถึงใน อาพันธ์ชนิด เจริญจิต, 2546:21) นำมาสังเคราะห์จนได้ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การค้นหาข้อเท็จจริง ขั้นที่ 2 การค้นพบปัญหา ขั้นที่ 3 การค้นหาวิธีแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 การค้นหาคำตอบ ขั้นที่ 5 ขั้นตอนการนำไปใช้ แสดงกรอบแนวคิดของการวิจัย ดังภาพที่ 1

กรอบแนวคิดของการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ใช้วิธีการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดผลการทดลองครั้งเดียว (One-Shot case study Design)

ประชากรและตัวอย่าง

ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนชลบุรี “สุขบท” อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี จำนวน 12 ห้องเรียน โดยโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

ตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนชลบุรี “สุขบท” อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี จำนวน 45 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค22101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2) ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โดยใช้เวลาในการดำเนินการวิจัยจำนวน 13 คาบ คาบละ 50 นาที โดยจัดการเรียนรู้ จำนวน 11 คาบ และทดสอบหลังเรียนวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 2 คาบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 11 แผน ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.75 คะแนน อยู่ใน

ระดับความเหมาะสมมากที่สุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.28 หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/11 จำนวน 45 คน เพื่อหาข้อบกพร่องและมีการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้นก่อนจะนำไปใช้กับตัวอย่าง

2. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ และสร้างเกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คะแนนที่ได้จะพิจารณาจากการตอบคำถามในแต่ละขั้นของนักเรียน และสร้างเกณฑ์การวัดการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ คะแนนที่ได้พิจารณาจากการตอบคำถามในขั้นที่ 5 ของนักเรียน นำแบบทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน จากผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/11 จำนวน 45 คน จากผลการวิเคราะห์หาค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.47-0.61 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.59-0.71 จากนั้นผู้วิจัยทำการเลือกข้อสอบมาเป็นจำนวน 4 ข้อ ที่มีความยากอยู่ระหว่าง 0.54-0.61 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.59-0.71 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.93 หลังจากนั้นนำแบบทดสอบไปใช้กับตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ชี้แจงให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างรับทราบถึงการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง
2. ดำเนินการทดลองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 11 คาบ
3. เมื่อดำเนินการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้เวลา 2 คาบ
4. ผู้วิจัยตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ นำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน โดยใช้เกณฑ์ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
ขั้นที่ 1 ค้นหาข้อเท็จจริง	2	สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง ครบถ้วน และบอกได้ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร
	1	สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถระบุได้ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร หรือสามารถบอกได้ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร แต่เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ครบถ้วน หรือมีบางส่วนที่เขียนไม่ถูกต้อง หรือสามารถบอกได้ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน
	0	ไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ และไม่สามารถบอกได้ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร หรือเขียนตอบแต่ยังไม่ถูกต้อง หรือ ไม่มีร่องรอยในการหาคำตอบ
ขั้นที่ 2 การค้นพบปัญหา	2	สามารถระบุข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ และสามารถบอกได้ว่าปัญหาที่ต้องแก้มีอะไรบ้าง
	1	สามารถระบุข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าปัญหาที่ต้องแก้มีอะไรบ้าง หรือ สามารถบอกได้ว่าปัญหาที่ต้องแก้มีอะไรบ้าง แต่ไม่สามารถระบุข้อมูลที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาได้
	0	ไม่สามารถระบุข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ และไม่สามารถบอกได้ว่าปัญหาที่ต้องแก้มีอะไรบ้าง หรือ มีการเขียนตอบแต่ยังไม่ถูกต้อง หรือ ไม่มีร่องรอยในการหาคำตอบ
ขั้นที่ 3 การค้นหาวิธีแก้ปัญหา	2	สามารถคิดหาวิธีแก้ปัญหาได้มากกว่า 1 วิธี
	1	สามารถคิดหาวิธีแก้ปัญหาได้เพียง 1 วิธี
	0	ไม่สามารถคิดหาวิธีแก้ปัญหาได้ หรือ ไม่มีร่องรอยในการคิดหาวิธีแก้ปัญหา
ขั้นที่ 4 การค้นหาคำตอบ	1	สามารถตัดสินใจเลือกวิธีในการแก้ปัญหาเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาได้ พร้อมกับบอกเหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผลได้ ว่าทำไมถึงเลือกวิธีนั้น
	0.5	สามารถตัดสินใจเลือกวิธีในการแก้ปัญหาเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาได้ แต่ไม่สามารถบอกเหตุผลได้ว่าทำไมถึงเลือกวิธีนั้น
	0	ไม่สามารถเลือกวิธีในการแก้ปัญหาเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาได้
ขั้นที่ 5 การนำไปใช้	4	สามารถนำวิธีแก้ปัญหาที่เลือกไว้ในขั้นที่ 4 ไปแสดงวิธีดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง รายละเอียดครบถ้วน ชัดเจน และได้คำตอบที่ถูกต้อง
	3	สามารถนำวิธีแก้ปัญหาที่เลือกไว้ในขั้นที่ 4 ไปแสดงวิธีดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง รายละเอียดครบถ้วน แต่ได้คำตอบไม่ถูกต้อง หรือสามารถนำวิธีแก้ปัญหาที่เลือกไว้ในขั้นที่ 4 ไปแสดงวิธีดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่รายละเอียดไม่ครบถ้วน และได้คำตอบที่ถูกต้อง
	2	นำวิธีแก้ปัญหาที่เลือกไว้ในขั้นที่ 4 ไปแสดงวิธีดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน และได้คำตอบที่ถูกต้อง
	1	นำวิธีแก้ปัญหาที่เลือกไว้ในขั้นที่ 4 ไปแสดงวิธีดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ถูกต้องเพียงบางส่วน และได้คำตอบไม่ถูกต้อง
	0	ไม่สามารถนำวิธีแก้ปัญหาที่เลือกไว้ในขั้นที่ 4 ไปใช้แก้ปัญหาได้ หรือนำวิธีที่เลือกไว้ในขั้นที่ 4 ไปใช้แก้ปัญหา แต่ไม่ถูกต้อง และได้คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่มีร่องรอยในการแก้ปัญหา

ตารางที่ 2 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
3	เขียนอธิบาย แสดงแนวคิดและใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ชัดเจน รายละเอียดครบถ้วนสมบูรณ์
2	เขียนอธิบาย แสดงแนวคิดและใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องแต่ขาดรายละเอียดในบางประเด็น หรือ เขียนอธิบาย แสดงแนวคิด มีรายละเอียดครบถ้วน แต่ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง
1	เขียนอธิบาย แสดงแนวคิดและใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง รายละเอียดที่เขียนยังไม่ชัดเจน และไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
0	ไม่มีร่องรอยในการเขียน

หมายเหตุ ในการประเมินความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ ให้พิจารณาใน ขั้นที่ 5 การนำไปใช้ของกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติทดสอบ t-test for one sample

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติทดสอบ t-test for one sample แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์ร้อยละ 75

การทดสอบ	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	คะแนน ร้อยละ 75	<i>S</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>Sig.</i>
ความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	45	88	72.66	66	9.34	44	4.78**	.000

จากตารางที่ 3 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติทดสอบ t-test for one sample แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์ร้อยละ 75

การทดสอบ	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	คะแนน ร้อยละ 75	<i>S</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>Sig.</i>
ความสามารถในการสื่อสาร ด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์	45	24	19.31	18	2.29	44	3.83**	.000

จากตารางที่ 4 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

อภิปรายผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่มุ่งพัฒนาความสามารถทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายของนักเรียน ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นจะช่วยส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ ขั้นที่ 1 การค้นหาข้อเท็จจริง (Fact Finding) ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา นักเรียนจะต้องรวบรวมข้อมูลที่แสดงให้เห็นถึงปัญหาและจะต้องสรุปออกมาให้ได้ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร ซึ่งสอดคล้องกับ นววิธรรม เสวตมัลย์ (2542: 36) ที่กล่าวว่า การกำหนดคุณลักษณะของปัญหาพิจารณาจากอะไรคือสิ่งที่กำหนด อะไรคือสิ่งที่ต้องการ กำลังค้นหาอะไร ข้อมูลที่จำเป็นกำหนดมาให้หรือไม่ ขั้นที่ 2 การค้นพบปัญหา (Problem Finding) นักเรียนจะต้องพิจารณาถึงประเด็นปัญหา มีการแยกแยะข้อมูล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่าข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นเพื่อนำไปสู่การคิดหาวิธีแก้ปัญหาและปัญหาที่ต้องแก้มีอะไรบ้าง ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ สติธร แม้นสงวน (2556: 171) ได้กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ทำได้โดยให้ผู้เรียนฝึกการวิเคราะห์ และทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนควรจะแยกแยะสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ ขั้นที่ 3 การค้นหาวิธีแก้ปัญหา (Idea Finding) นักเรียนนำข้อมูลที่พิจารณาไว้ในขั้นที่ 2 มาประกอบการคิดเพื่อนำไปสู่การคิดหาวิธีแก้ปัญหา โดยจะต้องคิดหาวิธีแก้ปัญหามาให้ได้มากที่สุด มีความหลากหลายและแปลกใหม่ ทำให้นักเรียนเกิดการคิด

ยืดหยุ่น ไม่ยึดติดกับวิธีการใดวิธีการหนึ่งในการแก้ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ Parnes (1976: 96) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์เป็นกรอบแนวคิดที่ใช้ทักษะการคิดเพื่อค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ค้นหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและพิจารณาตัดสินใจเลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ขั้นที่ 4 การค้นหาคำตอบ (Solution Finding) นักเรียนจะต้องพิจารณาคัดเลือกวิธีแก้ปัญหที่เหมาะสมที่สุดกับสถานการณ์ปัญหา และเพื่อให้ครูเข้าใจถึงความคิดของนักเรียน นักเรียนจะต้องระบุเหตุผลที่ตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหานั้น ทั้งนี้เพราะนักเรียนแต่ละคนมีความถนัดเกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหที่แตกต่างกัน จึงเป็นการเปิดโอกาสทางความคิดให้นักเรียนได้เลือกวิธีแก้ปัญหาในแบบที่ตนเองถนัด และเป็นการไม่บังคับในการเรียนรู้การแก้ปัญหานักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ ปรีชา เนาว่าเย็นผล (2545: 33) ได้กล่าวว่า วิธีการสอนของครูและกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นตัวผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดอย่างอิสระ มีเหตุผล ให้ความสำคัญกับความคิดของผู้เรียนย่อมส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่ากิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้บอกให้รู้ ขั้นที่ 5 การนำไปใช้ (Solution implementation) นักเรียนนำวิธีแก้ปัญหที่ได้เลือกไว้ในขั้นที่ 4 มาแสดงให้เห็นว่าวิธีแก้ปัญหานั้นสามารถนำไปใช้แก้ปัญหได้จริง นักเรียนจะต้องเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญห่ออกมาอย่างเป็นระบบ มีการอธิบาย เลือกใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และได้คำตอบที่ถูกต้อง ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหของตนเองกับเพื่อนในกลุ่ม ทำให้นักเรียนเกิดมุมมองใหม่ๆ ในการแก้ปัญหจากสถานการณ์ปัญหาเดียวกันแต่ใช้วิธีแก้ปัญหที่แตกต่างกัน ได้เห็นถึงข้อดีข้อด้อยของวิธีแก้ปัญหแต่ละวิธี ทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา เกิดประโยชน์และเป็นแนวทางในการนำแนวคิดในการแก้ปัญหามาปรับใช้กับสถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ ต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับ เชียเพตต้าและรัสเซล (Chiappetta & Russell, 1982: 85) ได้กล่าวว่า การสอนการแก้ปัญหด้วยกระบวนการแก้ปัญหที่เป็นลำดับขั้นตอนจะทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนักเรียนยังคงตระหนักถึงกระบวนการแก้ปัญหามากกว่าที่จะสนใจผลลัพธ์ของปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์มีกระบวนการและขั้นตอนที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนได้อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อาพันธ์ชนิต เชนจิต (2546) ที่พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตโดยใช้การแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ สามารถสอบผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของสิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554) ที่พบว่าครูและนักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนการสอนเพื่อการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ด้านภาษาและวาทกรรม กิจกรรมและการปฏิบัติ ความสัมพันธ์และสังคมดีขึ้น ครูและนักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนการสอนเพื่อการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรของการวิจัย หลังยุติการวิจัยแล้วครูยัง

จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนักเรียนยังใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

2. ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขึ้น โดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาการสื่อสารด้านการเขียนของกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในขั้นที่ 5 การนำไปใช้ ในระยะแรกผู้วิจัยพบว่า นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายหรือเขียนแสดงแนวคิดเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหของตนเองได้ มีการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง แต่เมื่อได้รับการฝึกฝนผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีทั้งการฝึกฝนด้วยตนเองและการเข้าร่วมกลุ่มกับผู้อื่น พบว่าในระยะหลังนักเรียนสามารถเขียนแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น มีการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง มีรายละเอียดที่ครบถ้วน เนื่องจากการเข้าร่วมกลุ่มนักเรียนจะต้องถ่ายทอดและนำเสนอแนวคิดให้กับเพื่อนในกลุ่มได้รับฟัง ซึ่งจะต้องผ่านกระบวนการคิด และเรียบเรียงออกมาในรูปแบบของการเขียน โดยมีใบกิจกรรมเป็นสื่อกลางซึ่งเป็นตัวที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะทางการเขียน มีการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มาประกอบกับการถ่ายทอดความคิดผ่านทาง การเขียน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความชำนาญและช่วยพัฒนาทักษะทางการเขียนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2547: 102-103) ได้กล่าวว่า การเขียนเพื่อให้ผู้อื่นอ่านนั้นจะต้องใช้ความระมัดระวังมากกว่าคำพูด จึงต้องมีการทบทวนไตร่ตรองให้แน่ใจว่าความหมายของสิ่งที่กำลังอธิบายนั้นชัดเจนและตรงตามที่ต้องการสื่อสาร นอกจากนั้นการให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติงานเป็นกลุ่ม และมีสื่อในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น ใบกิจกรรม และแบบฝึกหัดรายบุคคล ทำให้ผู้เรียนได้สื่อสารและอภิปรายแลกเปลี่ยนกัน จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการเขียนเรียบเรียงได้ดีขึ้น และสอดคล้องกับ Riedesel (1990: 337) ได้กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยการเขียน เป็นทักษะการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจโดยการเขียนเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวินิจฉัยกระบวนการคิดของผู้เรียนและเป็นการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นรายบุคคลในการแสดงระดับความเข้าใจของผู้เรียนด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อาพันธ์ชนิด เจริญจิต (2546) ที่พบว่า นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตโดยใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีพฤติกรรมการคิดละเอียดลอออยู่ในระดับดี

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ควรนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
2. ควรมีการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในเนื้อหา คณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น อสมการ สมการเชิงเส้นสองตัวแปร เป็นต้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผู้สอนควรจะนำเสนอรูปแบบของสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง มีการให้ข้อมูลสถานการณ์ปัญหาที่จำเป็นและไม่จำเป็น เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์และแยกแยะข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
2. การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สิ่งที่ผู้สอนจะต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษอยู่ในขั้นที่ 3 การค้นหาวิธีแก้ปัญหา นอกจากที่ผู้เรียนจะต้องคิดหาวิธีแก้ปัญหาออกมาให้ได้มากที่สุด ผู้สอนควรให้ผู้เรียนเขียนอธิบายเกี่ยวกับขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาของวิธีนั้น ๆ เพิ่มเติมด้วย เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของวิธีแก้ปัญหว่าสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้จริง

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2549). *การคิดเชิงสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: บริษัท ชัคเชส มีเดีย.
- คชาภิช เหลี่ยมไธสง. (2554). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสานโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และการคิดแก้ปัญหาของนิสิตระดับอุดมศึกษา*. ปรินซ์นิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ฉวีวรรณ เสวตมัลย์. (2542). *ศิลปะการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). การแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์. *วารสารคณิตศาสตร์*, 38 (434-435), 62-74.
- ศศิธร แม้นสงวน. (2556). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2011 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. กรุงเทพฯ: แอดวานซ์ พรินติ้ง เซอร์วิส.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558ก). *สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สรวงสุตา ปานสกุล. (2545). *การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แบบร่วมมือในองค์กรบนอินเทอร์เน็ต*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต (สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สิทธิชัย ชมพูพาทย์. (2554). *การพัฒนาพฤติกรรมการเรียนการสอนเพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูและนักเรียนในโรงเรียนส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์*. ปรินญาณิพนธ์วิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต (สาขาการวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- อรรณณ ดันสุวรรณรัตน์. (2552). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- อัมพร ม้าคนอง (2547). *การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- อาพันธ์ชนิด เจนจิต. (2546). *กิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตโดยใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์*. ปรินญาณิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- อารี พันธุ์ณี. (2557). *ฝึกให้คิดเป็นคิดให้สร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Chiappetta, L. & Russell, J. (1982). The relationship among logical thinking, problem solving instruction, and knowledge and application of earth science subject matter. *Science Education*, 66, 85-93.
- Guilford, J.P. (1967). *The nature of human intelligence*. McGraw-Hill Book Company.
- Parnes, S.J. (1976). *Creative behavior guide book*. New York: Charles Scribner's Son.
- Riedesel, C.Alan. (1990). *Evaluation of learning in elementary school mathematics*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice – Hall.
