

ผลการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดลที่มี ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*

ลัดดา คฤหาสน์¹ นิเวศน์ คำรัตน์²

(วันที่รับบทความ: 8 สิงหาคม 2564; วันที่แก้ไขบทความ: 9 ธันวาคม 2564; วันที่ตอบรับบทความ: 22 ธันวาคม 2564)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ๑ กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม 50 คะแนน และ 3) เปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ๑ กับเกณฑ์ระดับมากซึ่งเท่ากับ 3.51 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/5 โรงเรียนหนองฉางวิทยา จำนวน 39 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีความเหมาะสมของแผนฯ มากที่สุด ($\bar{X} = 4.51, S.D. = 0.58$) 2) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.34-0.53 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.54-0.71 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94 และ 3) แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 24 ข้อ โดยมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบแบบที กรณีกกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระจากกัน และกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ๑ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาล้างเรียน ($\bar{X} = 39.97, S.D. = 3.76$) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 22.46, S.D. = 3.78$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ๑ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคิดเป็นร้อยละ 79.94 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม 50 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ๑ มีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ($\bar{X} = 4.19, S.D. = 0.24$) สูงกว่าเกณฑ์ระดับมากซึ่งเท่ากับ 3.51 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล, ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา, เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

* บทความวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 2564

¹ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, E-mail: loaradamath@gmail.com

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, E-mail: Nivesrin@hotmail.com

The Effect of Learning Management According to Polya's Problem Solving Process with Bar Model Techniques Towards Problem Solving Ability and Attitudes Towards Mathematics Learning of Matthayomsuksa 2 Students*

Ladda Karuhapan¹ Nives Khamrat²

(Received: August 8, 2021; Revised: December 9, 2021; Accepted: December 22, 2021)

Abstract

The purposes of this research were 1) to compare the problem solving ability of Mathayomsuksa 2 students before and after learning by learning management according to polya's problem solving process with bar model techniques. 2) to compare the problem solving ability of Mathayomsuksa 2 students after learning and the criteria at 75% and 3) to compare the attitudes towards mathematics learning of Mathayomsuksa 2 students and the criteria at high level. The samples consisted of 39 Mathayomsuksa 2/5 students of Nongchang Wittaya School. They obtained by using Multi-stage Sampling. Research instruments included 1) lesson plan are satisfied at the most appropriate quality ($\bar{X} = 4.51$, S.D. = 0.58) 2) problem solving ability test which is a subjective model of 5 items, with degree of difficulty between 0.34-0.53, the discrimination between 0.54-0.71 and reliability of 0.94 and 3) attitudes towards mathematics learning test with a 5-level rating scale, 24 items, with a reliability of 0.87. Statistics used for data analysis, t-test dependent sample, and t-test one sample.

The research findings were as follows:

1. The post-test mean score of problem solving ability in Mathayomsuksa 2 students after learning ($\bar{X} = 39.97$, S.D.=3.76) which was higher than the pre-test mean score of problem solving ability ($\bar{X} = 22.46$, S.D. = 3.78) at the .05 level of significance.
2. The problem solving ability of Mathayomsuksa 2 students after learning had 79.94 percentage score of total scores. Which was higher than the criteria at 75% at the .05 level of significance.
3. The mean score of the attitudes towards mathematics learning in Mathayomsuksa 2 students after learning ($\bar{X} = 4.19$, S.D. = 0.24) was higher than the criteria at high level at the .05 level of significance.

Keywords: Learning management according to polya's problem solving process with bar model techniques, Problem solving ability, Attitudes towards mathematics learning

* Research Article from Master of Education Curriculum and Instruction Program, Nakhon Sawan Rajabhat University, 2021

¹ Student in Master of Education Curriculum and Instruction Program, Nakhon Sawan Rajabhat University, E-mail: loaradamath@gmail.com

² Assistant Professor, Faculty of Education, Nakhon Sawan Rajabhat University, E-mail: Nivesrin@hotmail.com

ความสำคัญและปัญหาการวิจัย

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้การคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560, 1) การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้นจะต้องให้ความสำคัญระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ จึงมีการกำหนดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ เป็นสาระหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, 3-4) การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันเป็นการสอนที่ไม่ได้มุ่งเน้นเพียงเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่ยังมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพราะทักษะและกระบวนการเหล่านี้ทำให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมซึ่งเป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, 1)

ถึงแม้ว่าคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญดังที่กล่าวมานั้น แต่การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ก็ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ซึ่งจะเห็นได้จากผลการประเมินคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (O-NET) ปีการศึกษา 2560-2562 ระดับจังหวัด พบว่า วิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 24.49, 28.10 และ 24.82 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับระดับประเทศ และระดับโรงเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 33.05, 35.64 และ 29.48 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยลดลงและต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนด และเมื่อพิจารณามาตรฐานการเรียนรู้ที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนาเนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ได้แก่ มาตรฐาน ค 1.2 และมาตรฐาน ค 2.1 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2562) ปัญหาที่พบจากการจัดการเรียนการสอนอาจเนื่องมาจากการเรียนการสอนที่เน้นครูเป็นสำคัญ ครูมุ่งเน้นเนื้อหาและความจำมากกว่ากระบวนการซึ่งไม่เอื้อต่อการฝึกทักษะการแก้ปัญหา และการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง การส่งเสริม การแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นสิ่งจำเป็นเพราะกระบวนการแก้ปัญหาเป็นบทบาทสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ และการลงมือแก้ปัญหาที่มีความยากมาก ๆ หรือปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อนทันที โดยไม่ใช้กระบวนการแก้ปัญหาจะก่อให้เกิดความยุ่งยาก แก้ปัญหาไม่ถูกทาง

ทำให้ได้คำตอบที่ผัดบอย ๆ ส่งผลให้เกิดความเบื่อหน่ายในการแก้ปัญหา (สมวงษ์ แปลงประสพโชค, 2554, 21)

การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ต้องเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนโดยสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกาได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน ที่เชื่อว่าจะช่วยให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพดีขึ้น (National Council of Teacher of Mathematics, 2000: 36) โดยกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ และนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผนและขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, 8) เนื่องจาก กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาเป็นกระบวนการทำงานอย่างมีขั้นตอน ฝึกให้ผู้เรียนใช้เหตุผล ฝึกคิดและหาแนวทางแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง คำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์จะช่วยให้ค้นพบวิธีการใหม่ ๆ และยังสามารถประยุกต์ใช้วิธีการใช้กับปัญหาอื่น ๆ รวมถึงประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงที่อาจเกิดขึ้นได้

การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หนึ่ง ๆ นอกจากนักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานและเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แล้ว การเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ยุทธวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เป็นเครื่องมือสำคัญ คือ การเขียนภาพหรือแผนภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, 11) วิธีที่ครูคณิตศาสตร์ในประเทศสิงคโปร์ต้องรู้ต้องเข้าใจ เรียกว่า Singapore Bar Model หรือเรียกสั้น ๆ ว่า Bar Model ซึ่งสามารถทำให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ข้อความจากโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นำมาเชื่อมโยงกับการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแล้ววาดออกมาเป็นรูปบล็อก หรือบาร์ หรือรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (กรรทอง ไกรวี, 2554, 2) ซึ่งวิธีการนี้เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับครูที่จะนำไปใช้ในการสนับสนุนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน การนำการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของโพลยาไปใช้ร่วมกันเพราะมีขั้นตอนและกระบวนการที่ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำการวิเคราะห์ แยกแยะปัญหา รวบรวมข้อมูล วางแผนที่จะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดำเนินการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ตรวจสอบกระบวนการและผลลัพธ์ด้วยตนเอง ทำให้การทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่น่าเบื่อ และทำให้เรื่องยากกลายเป็นเรื่องง่าย นักเรียนสนุกกับการทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สามารถทำได้ด้วยตนเองได้อย่างง่ายดายและถูกต้อง (กรรทอง ไกรวี, 2554, 1)

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของโพลยาไปใช้ร่วมกับเทคนิคบาร์โมเดลมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียน

วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาทางการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดลกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม 50 คะแนน
3. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดลกับเกณฑ์ระดับมาก ซึ่งเท่ากับ 3.51

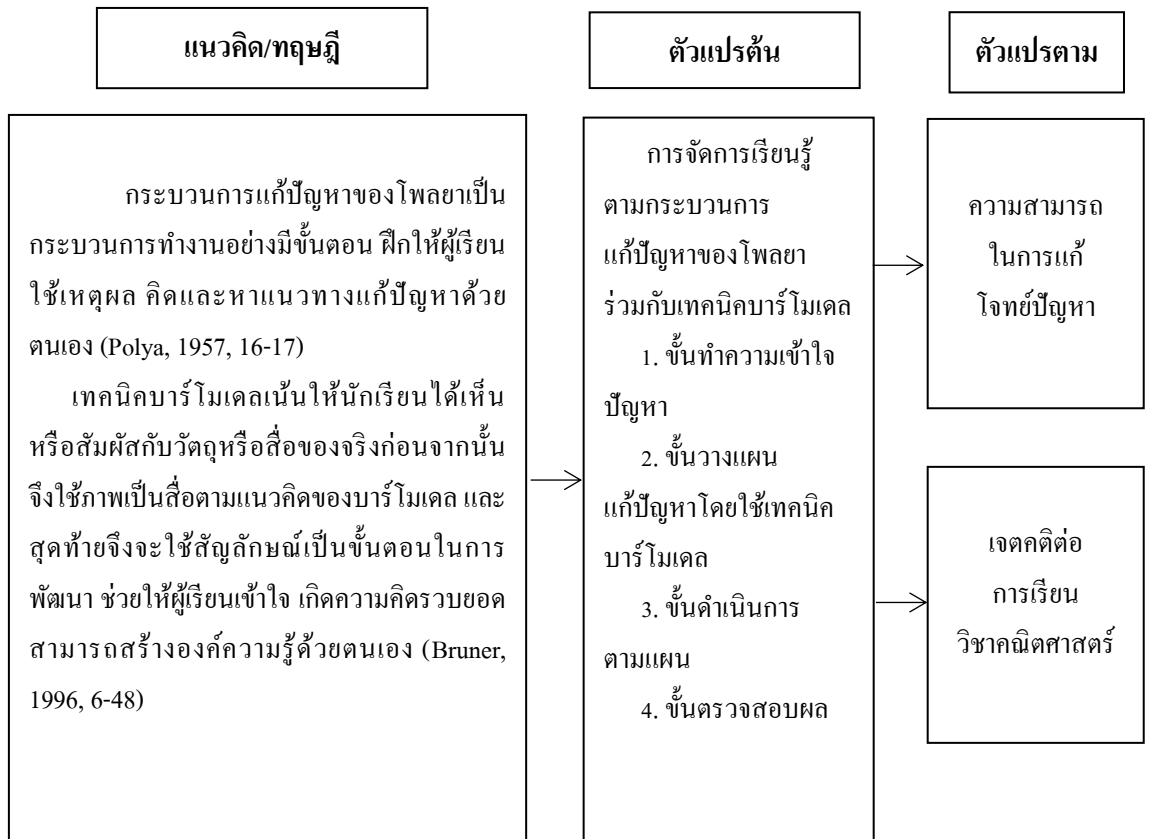
สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดลมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดลมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม 50 คะแนน
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดลมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ระดับมากซึ่งเท่ากับ 3.51

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาแนวคิดของโพลยา (1957) ได้กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ฝึกให้ผู้เรียนใช้เหตุผล คิดและหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง และแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาเป็นกระบวนการทำงานอย่างมีขั้นตอน ไม่ซับซ้อน ทำให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ นอกจากนี้แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (1966) ที่เน้นให้นักเรียนได้เห็นหรือสัมผัสกับวัตถุหรือสื่อของจริงก่อน ต่อจากนั้นจึงใช้ภาพเป็นสื่อตามแนวคิดของบาร์โมเดล และสุดท้ายจึงจะใช้สัญลักษณ์ซึ่งเป็นสื่อนามธรรมเป็นขั้นตอนในการ

พัฒนา ถ้าหากเราดำเนินการตามขั้นตอนดังกล่าว นักเรียนจะเกิดมุมมองในการนำเสนอและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และแนวคิดของกรองทอง ไครี (2554) ได้กล่าวว่าเทคนิคบาร์โมเดลช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ เกิดความคิดรวบยอด สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และทำให้สามารถทำโจทย์ปัญหาได้อย่างง่ายและถูกต้อง ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดทฤษฎีมากำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

ประเภทของงานวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre - experimental research) แบบการวิจัยกลุ่มเดียวทดสอบก่อน-หลัง (One group pretest posttest design)

ประชากร / กลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนในสหวิทยาเขตอุไทย สังเกตสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 42 จังหวัดอุทัยธานี จำนวน 7 โรงเรียน รวม 679 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/5 โรงเรียนหนองฉางวิทยา สังเกตสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 42 จังหวัดอุทัยธานี จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 39 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Sampling) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. สำนวณนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนในสหวิทยาเขตอุไทย สังเกตสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 42 จังหวัดอุทัยธานี จำนวน 7 โรงเรียน ซึ่งพบว่ามี 19 ห้องเรียน รวมนักเรียน 679 คน

2. ใช้โรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม แล้วดำเนินการสุ่มโดยการจับฉลาก 1 โรงเรียน ได้โรงเรียนหนองฉางวิทยา

3. ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม แล้วดำเนินการสุ่มโดยการจับฉลาก 1 ห้องเรียน ได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/5 จำนวน 39 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับเทคนิคบาร์โมเดล

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับเทคนิคบาร์โมเดล เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 7 แผน รวม 14 ชั่วโมง โดยมีองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ 1) ชื่อแผน 2) สารสำคัญ 3) ผลการเรียนรู้ 4) จุดประสงค์การเรียนรู้ 5) สารการเรียนรู้ 6) กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับเทคนิคบาร์โมเดล 7) การวัดและประเมินผล 8) สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้ โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เท่ากับ 4.51 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

2. แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 50 คะแนน โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.34-0.53 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.54-0.71 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94

3. แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 24 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67-1.00 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87

การรวบรวมข้อมูลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนแบบแผนการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. นำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนเรียน (Pre-test) จำนวน 5 ข้อ และบันทึกผลการสอบไว้เป็นคะแนนก่อนเรียน

2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิค บาร์โมเดล เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ ใช้เวลาสอนจำนวน 14 ชั่วโมง ระหว่างวันที่ 14 กรกฎาคม 2563 – 18 สิงหาคม 2563

3. นำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาลงเรียน (Post-test) จำนวน 5 ข้อ และบันทึกผลการสอบไว้เป็นคะแนนหลังเรียน

4. นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 24 ข้อ ให้นักเรียนประเมินและบันทึกคะแนนไว้

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล

ผู้วิจัยวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนเรียน เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ หลังจากนั้นได้จัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล เมื่อสิ้นสุดการสอนได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอีกครั้ง โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกัน นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบโดยใช้การทดสอบค่าทีกรณีกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระจากกัน (t-test dependent sample) ปรากฏผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหของโพลยาพร้อมกับ เทคนิคบาร์โมเดล

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	S. D.	df	t	Sig.
ก่อนเรียน	39	22.46	3.78	38	55.09*	.000
หลังเรียน	39	39.97	3.76			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ตามกระบวนการแก้ปัญหของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดลกับเกณฑ์ร้อยละ 75

ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียน เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ หลังจากจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม 50 คะแนน โดยใช้การทดสอบค่าที กรณีกกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว (one sample t-test) ปรากฏผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดลกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม 50 คะแนน

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	S. D.	μ_0	df	t	Sig.
หลังเรียน	39	39.97	3.76	37.50	38	4.11*	.000

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 79.94 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม 50 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. การเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ระดับมากซึ่งเท่ากับ 3.51

ผู้วิจัยได้วัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังจากจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับมาก โดยใช้การทดสอบค่าทีกรณีกุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว (one sample t-test) ปรากฏผลดังตารางที่ 3 ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดลกับเกณฑ์ระดับมากซึ่งเท่ากับ 3.51

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	S. D.	μ_0	df	t	Sig.
หลังเรียน	39	4.19	0.24	3.51	38	17.59*	.000

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล มีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ระดับมากซึ่งเท่ากับ 3.51 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียน ($\bar{X} = 39.97, S.D. = 3.76$) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 22.46, S.D. = 3.78$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคิดเป็นร้อยละ 79.94 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม 50 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล มีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ($\bar{X} = 4.19, S.D. = 0.24$) สูงกว่าเกณฑ์ระดับมากซึ่งเท่ากับ 3.51 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล เป็นกระบวนการทำงานอย่างมีขั้นตอน ฝึกให้ผู้เรียนใช้เหตุผลมีขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ผู้เรียนได้ฝึกคิดและหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง คำตอบของปัญหา

ช่วยให้นักเรียนค้นพบวิธีการใหม่ ๆ และยังสามารถประยุกต์วิธีการใช้กับปัญหาอื่น ๆ รวมถึงประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงที่อาจเกิดขึ้นได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, 8) จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นกว่าเดิม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของสุพัตรา เสงี่ยม (2555) ที่ได้ทำการพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาและเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล เรื่องการบวก ลบ คูณ และหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยแบบฝึกทักษะสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการวิจัยของนภสร ชัยยืน (2563) ที่ได้ทำการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการโพลยา ร่วมกับเทคนิคบาร์โมเดลเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการโพลยา ร่วมกับเทคนิคบาร์โมเดล เกิดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา ร่วมกับเทคนิคบาร์โมเดล มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม 50 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา ร่วมกับเทคนิคบาร์โมเดลสามารถทำให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ ข้อความจากโจทย์ปัญหา นำมาเชื่อมโยงกับการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ แยกแยะปัญหา รวบรวมข้อมูล วางแผนที่จะแก้ปัญหาโดยการวาดออกมาเป็นรูปบล็อกหรือบาร์ และดำเนินการแก้ปัญหา ตรวจสอบกระบวนการและผลลัพธ์ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการเสริมสร้างทักษะกระบวนการและเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ตลอดจนเข้าใจกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาอย่างแท้จริง (กรรทอง ไกรรี, 2554, 2) จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นกว่าเดิม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ธัญญรัตน์ กันทะลือ (2555) ที่ได้พัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เทคนิคของโพลยา พบว่า หลังการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคของโพลยานักเรียนมีคะแนน หลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 71.12 ซึ่งผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการวิจัยของฉัตรกาญจน์ ธาณิพูน (2563) ที่ได้ทำการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เลขคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหของโพลยา ร่วมกับบาร์โมเดล พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา ร่วมกับ บาร์โมเดล เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเลขคณิต มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ร่วมกับเทคนิคบาร์โมเดล มีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ระดับมาก ซึ่งเท่ากับ 3.51 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับเทคนิคบาร์โมเดลเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้น Visualize Skill มีขั้นตอนกระบวนการ ที่ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำการวิเคราะห์ปัญหา วางแผนที่จะแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา ตรวจสอบผลลัพธ์ด้วยตนเอง ทำให้การทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่น่าเบื่อ กลายเป็นเรื่องที่สนุกสนาน และทำให้ยากกลายเป็นเรื่องง่าย นักเรียนสนุกกับการทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สามารถทำได้ด้วยตนเองอย่างง่ายดายและถูกต้อง (กรองทอง ไครีรี, 2554, 1) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นวลฤทัย ลาพาแว (2558) ที่ทำการศึกษากิจการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดลสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก การลบ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในด้านครูผู้สอน ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล ทุกด้านอยู่ในระดับมาก และผลการวิจัยของนภสร ยั่งยืน (2563) ที่ได้ทำการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการโพลยาร่วมกับเทคนิคบาร์โมเดล เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการโพลยาร่วมกับเทคนิคบาร์โมเดล อยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับเทคนิคบาร์โมเดล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ครูผู้สอนควรคำนึงถึงความรู้พื้นฐานทางด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ รวมถึงความเข้าใจในขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาและเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดลของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้

2. การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับเทคนิคบาร์โมเดล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ครูผู้สอนจะต้องวางแผนเตรียมการในการจัดกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติ ทุก ๆ กิจกรรมตามเวลาที่กำหนด ต้องคอยให้คำแนะนำและกระตุ้นนักเรียนให้ปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา

3. การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควรสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ เช่น การใช้เทคโนโลยี การเสริมแรง การให้รางวัล การดูแลเอาใจใส่นักเรียนอย่างทั่วถึง ซึ่งจะเป็นการสร้างความสำเร็จหรืออื่นในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล ไปใช้กับการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องอื่น ๆ ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาว่าวิธีการสอนในรูปแบบนี้เหมาะสมหรือไม่เหมาะสมกับเนื้อหาใด

2. ควรมีการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคอื่น ๆ มาเปรียบเทียบกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหากับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล

3. ควรมีการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล ไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นอื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

- กรองทอง ไกรวี. (2554). แบบฝึกการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้บาร์โมเดล. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ เอ ทิม บิสซิเนส.
- กรองทอง ไกรวี. (2554). หนังสือคณิตศาสตร์ *Discovering Mathematics 1*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาดา เอ็ดดูเคชั่น.
- ฉัตรกาญจน์ ธาณิพูน. (2563, มกราคม-มิถุนายน). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเลขคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์*, 20(1), 93-106.
- ธัญญรัตน์ กันทะลือ. (2555). การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เทคนิคของโพลยา. *วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต (ประถมศึกษา)*. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- นภสร ยั่งยืน. (2563). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิจัยทางการศึกษา*, 15(2), 67-79.

- นวลฤทัย ลาพาแว. (2558). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารการวิจัย กาสะสองคำ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, 10(2), 55-64.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ครุคณิตศาสตร์มีอาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- สมวงษ์ แปลงประสพโชค. (2554). การสอนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์. *วารสารคณิตศาสตร์*, 55(626-628), 18-37.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- สุพัตรา เสงี่ยม. (2555). การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาและเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล เรื่องการบวก ลบ คูณ และหาร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- Bruner, J.S., et al. (1966). *Study in cognitive growth*. New York: John Wiley & Son.
- National Council of Teacher of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Virginia: Author.
- Polya, G. (1957). *How to solve it*. New Jersey: Princeton University Press.
