การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

DEVELOPMENT OF LEARNING ACTIVITY PACKAGES BY USING THE POLYA'S PROBLEM SOLVING PROCESS AND GRAPHIC ORGANIZERS TO ENHANCE MATHAYOM SUKSA 2 STUDENTS'S LEARNING OUTCOMES

กีรกานต์ คำขาว[1] , วีระศักดิ์ ชมภูคำ[2] และ พิชญ์สินี ชมภูคำ[3]
Keerakan Camkaow[1] , Weerasak Chomphucome[2] and Phichsinee Chomphucome[3]
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 202 ถนนช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300[1,2,3]
Chiang Mai Rajabhat University 202 Chang Puak Road. T. Chang Puak. Mueang District.
Chiang Mai Province 50300[1,2,3]

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก 2. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้จากการเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างได้จากการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม จำนวน 37 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก 2) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้และทักษะกระบวนการ เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว และ 3) แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าร้อยละ ฐานนิยม ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กันและทดสอบค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม ทดสอบค่าซี (Z–test) ผลการวิจัย พบว่า

1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว ได้พัฒนาทั้งหมด 3 ชุดกิจกรรม ได้แก่ ชุดที่ 1 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ชุดที่ 2 เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว และ ชุดที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการกำลังสองตัวแปรเดียว

---

[1] นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์

[2] รองศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์

[3] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว มีผลการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้และทักษะกระบวนการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลการเรียนรู้เฉลี่ยร้อยละ 69.95 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 65 ที่กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ด้านมีความรับผิดชอบ อยู่ในระดับดีมาก คุณลักษณะที่พึงประสงค์ด้านอื่นที่เหลือ คือการทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง นักเรียนส่วนใหญ่ อยู่ในระดับดีและนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ ค่อนข้างมาก

คำสำคัญ : ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก ผลการเรียนรู้

ABSTRACT

The purposes of this study were: 1. to develop the learning activity packages by using the Polya's problem solving process and graphic organizers, 2. to study the students's learning outcomes after using the learning activity packages with the Polya's problem solving process and graphic organizers of Mathayom suksa 2 students on knowledge , process skills and the desirable characteristics in mathematics. Using cluster sampling method, a sample of 37 cases was drawn from Mathayomsuksa 2 students who are currently studying in the second semester of the academic year 2015 at Chiangdaowittayakom School, Chiang Mai. Instruments were: 1) the learning activity packages with the Polya's problem solving process and graphic organizers, 2) the test on knowledge and process skills regarding quadratic equation of one variable, and 3) an evaluation model for assessment of the desirable characteristics in mathematics. Data were analyzed using percentage, mean, mode, standard deviation, t–test for dependent samples, and Z–test.

The results of the study were as follows:

1) The learning activity packages with the Polya's problem solving process and graphic organizers for Mathayom suksa 2 students on Quadratic Equation with one variable to develop 3 learning activity packages including Set 1:Factoring of Polynomials, Set 2: Quadratic Equation with one variable, and Set3: Word Problems about Quadratic Equation with one variable.

2) General achievement after the use of learning activity packages with the Polya's problem solving process and graphic organizers of Mathayom suksa 2 students on knowledge and Process skills were significantly higher than pre-test scores at the level of confidence of 0.01. The percentage of students's learning outcome was 69.95, which was higher than the average percentage of 65. In terms of desirable characteristics assessment in mathematic, the characteristics of responsibility of Mathayom suksa 2 students ranked at the level of excellence. The systematic performance, disciplined, considerable and self-confident characteristics ranked at the good level. The level of awareness and attitude towards Mathematics was quite good.

KEYWORDS : Learning Activity Packages, Polya's Problem Solving Process and Graphic Organizers, Learning Outcomes

บทนำ

การศึกษามีความสำคัญและความจำเป็นอย่างยิ่งในปัจจุบัน ดังนั้นการพัฒนาคุณภาพการศึกษาให้มีประสิทธิภาพและทันต่อการเปลี่ยนแปลงในยุคเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 จึงจำเป็นที่ต้องเร่งพัฒนาการศึกษา โดยสิ่งที่สำคัญคือการพัฒนาความคิด ซึ่งคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์อย่างหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ แต่ในปัจจุบันพบว่าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ นักเรียนส่วนมากยังไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ โดยระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นชั้นที่มีผลต่อการประเมินทั้งระดับชาติและระดับนานาชาติ ดังเช่นผลการประเมินในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปี 2557 ซึ่งเป็นผลการเรียนรู้มาจากมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า การประเมินระดับประเทศมีคะแนนเฉลี่ย 29.65 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2557) และในระดับโรงเรียนเชียงดาววิทยาคมมีผลการประเมินในระดับที่ต้องปรับปรุง โดยมีคะแนนเฉลี่ยเพียง 28.61 ซึ่งยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในระดับประเทศ นอกจากนี้ผลคะแนน NT วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ย 21.07 จากการรายงานดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนยังอยู่ในระดับต่ำ

จากการวิเคราะห์สาระและเนื้อหาพบว่า เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว เป็นสาระเนื้อหาใหม่ที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้เรียนเป็นครั้งแรกและเป็นเนื้อหาที่สำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับชั้นสูง เพื่อนำไปประยุกต์ในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ผู้วิจัยเห็นว่าการแก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียว จำเป็นที่ต้องใช้ทักษะการแก้ปัญหาที่เป็นกระบวนการที่มีขั้นตอนที่ชัดเจนและต้องมีเทคนิคช่วยให้ผู้เรียนเกิด ความเข้าใจในปัญหา สามารถวิเคราะห์ แยกแยะและมีการวางแผนการแก้ปัญหา รวมไปถึงการตรวจสอบคำตอบที่ได้มา ซึ่งจะทำให้การเรียนมีประสิทธิภาพและเกิดความคงทนในการเรียนรู้

กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) ประกอบด้วยขั้นตอนของการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหาขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผนและขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล (Polya, 1957) เมื่อพิจารณากระบวนการของโพลยาเห็นได้ว่าเป็นกระบวนการที่มีขั้นตอนชัดเจนและทำตามลำดับทีละขั้น ดังนั้นนักเรียนที่ได้ฝึกปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาจึงส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น สอดคล้องกับ ภัทรานิษฐ์ โกศัลวิตร (2557) ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้จากการสอนโดยเน้นขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya กับการสอนแบบปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

นอกจากนี้การเขียนผังกราฟิกหรือแผนผังความคิด เกิดจากการใช้ทักษะทั้งหมดของสมองหรือเป็นการทำงานร่วมกันของสมองทั้ง 2 ซีก ซึ่งสมองซีกซ้ายจะทำหน้าที่ในการวิเคราะห์ คำ ภาษา สัญลักษณ์ ระบบ ลำดับความเป็นเหตุเป็นผล ตรรกวิทยา ส่วนสมองซีกขวาจะทำหน้าที่สังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ จินตนาการความงาม ศิลปะ จังหวะ โดยมีแถบเส้นประสาทคอร์ปัสคอโลซั่มเป็นเสมือนสะพานเชื่อม (วัฒนาพร ระงับทุกข์, 2542) ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนเขียนผังกราฟิกหรือแผนผังความคิดจะช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ของความคิด จึงช่วยในด้านความจำและทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น จึงส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของกมลพร จินดาหลวง (2556) ในการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาโดยการสร้างผังความคิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้การสร้างผังความคิดสูงกว่าก่อนเรียนและที่สำคัญการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมหรือชุดการเรียนการสอนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ (บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2542)

จากสภาพปัญหาที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้โดยมีแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบมีขั้นตอน และมีการนำวิธีการเขียนผังกราฟิกมาบูรณาการในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยจึงนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก มาใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ที่สูงขึ้นและมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการเรียนและแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้จากการเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์

สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลการเรียนรู้เฉลี่ยวิชาคณิต – ศาสตร์ด้านความรู้ และทักษะกระบวนการ เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับ ผังกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลการเรียนรู้เฉลี่ย เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับ ผังกราฟิกสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบ One-Group Pre-test Post-test Design (ล้วน สายยศและ อังคณา สายยศ, 2538) โดยมีการทดสอบนักเรียนก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) โดยกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน จากห้องเรียนทั้งหมด 3 ห้องเรียน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) มีนักเรียนทั้งหมด 37 คน โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามวัตถุประสงค์ ประกอบด้วย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก

2. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้และทักษะกระบวนการ

3. แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์

การสร้าง พัฒนาและนำเครื่องมือวิจัย ไปใช้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก

1.1 สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการศึกษาหลักการ ทฤษฎี การสร้างชุดกิจกรรม กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก โดยจัดแบ่งชุดกิจกรรมพิจารณาเนื้อหาของหลักสูตร เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว จึงดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมจำนวน 3 ชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสอง ชุดที่ 2 เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว และ ชุดที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการกำลังสองตัวแปรเดียว รวม 14 กิจกรรม

ทั้งนี้เพื่อให้การใช้ชุดกิจกรรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นไปตามการจัดการเรียนรู้ จึงได้สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบการใช้ชุดกิจกรรมฯ จำนวน 16 แผน เพื่อควบคุมการใช้ชุดกิจกรรมฯ เป็นไปตามเวลากำหนดของหลักสูตร

1.2 นำชุดกิจกรรมฯ ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมโดยกำหนดเกณฑ์ประเมินเครื่องมือ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมฯ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.47 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.40 ซึ่งถือว่าชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมมากและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม อ่อน ปานกลาง และเก่ง

1.2.1 กลุ่มตัวอย่างหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

ครั้งที่ 1 แบบ 1 : 1 นักเรียนจำนวน 3 คน นำผลการใช้ชุดกิจกรรมฯ ที่ได้เพื่อตรวจสอบการใช้งาน ความเหมาะสมของคำ ความยากง่ายของเนื้อหา กิจกรรม เวลา ตรวจสอบความถูกต้องและความเข้าใจในการใช้ภาษาของชุดกิจกรรมและความน่าสนใจของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฯ

ครั้งที่ 2 แบบ 1 : 3 นักเรียนจำนวน 9 คน เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 75/75 ซึ่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฯ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.84/77.22 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

1.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่นำชุดกิจกรรมไปใช้

นำชุดกิจกรรมฯ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียน 1 ห้องเรียน จำนวน 37 คน ระหว่างวันที่ 11 มกราคม ถึง 4 มีนาคม 2559

2. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้และทักษะกระบวนการ

2.1 สร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว โดยแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ วัดความรู้ ความจำ ความเข้าใจและการนำไปใช้ โดยสร้างข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ และแบบทดสอบด้านทักษะกระบวนการ โดยวัดทักษะการแก้ปัญหาด้านทำความเข้าใจปัญหา ด้านวางแผนแก้ปัญหา ด้านการดำเนินการตามแผน และด้านตรวจสอบผล เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ พร้อมทั้งจัดทำเกณฑ์การให้คะแนน

2.2 พัฒนาแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของคำถามรายข้อกับผลการเรียนรู้ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดสามารถนำไปใช้ได้ รวมทั้งตรวจสอบความเป็นปรนัย และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปดำเนินการทดสอบกับนักเรียนที่เคยเรียนเรื่องนี้มาแล้ว จำนวน 30 คน คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด โดยข้อสอบปรนัย จำนวน 20 ข้อ วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม EVANA V13 โดยใช้เกณฑ์ 27% มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.37 – 0.76 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.27 – 0.87 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบปรนัยจากสูตร KR–20 เท่ากับ 0.81 และข้อสอบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ หาค่าความเชื่อมั่นจากสูตรของฮอยท์ (Hoyt' s ANOVA Procedure) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87

2.3 นำแบบทดสอบปรนัยที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยนำไปทดสอบก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมฯ

3. แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์

3.1 สร้างแบบประเมินคุณลักษณะ

ที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ ในด้านการทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบมีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง โดยสร้างแบบประเมินโดยใช้เกณฑ์การประเมิน (Rubric score) กำหนดเกณฑ์ประเมิน 3 ระดับ คือ ดีมาก ดีและพอใช้ การประเมินตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ใช้แบบประเมินเจตคติต่อคณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ มีข้อคำถามทางบวก จำนวน 5 ข้อ ข้อคำถามทางลบ จำนวน 5 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วน 4 ระดับ คือ มากที่สุด ค่อนข้างมาก ค่อนข้างน้อยและน้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลผลระดับเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

ค่าเฉลี่ย 3.50–4.00
ระดับ เจตคติ มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 2.50–3.49
ระดับ เจตคติ ค่อนข้างมาก
ค่าเฉลี่ย 1.50–2.49
ระดับ เจตคติ ค่อนข้างน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00–1.49
ระดับ เจตคติ น้อยที่สุด

3.2 พัฒนาแบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การประเมิน นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ได้ตรวจสอบความสอดคล้อง พร้อมกับชุดกิจกรรมฯ

3.3 นำแบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์และแบบประเมินเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ไปใช้ประเมินนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการใช้ชุดกิจกรรมฯ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการ และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมฯ โดยวิเคราะห์ตามสูตร E1/E2 ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

2. วิเคราะห์ผลการเรียนรู้

2.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้และด้านทักษะกระบวนการ ใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติอนุมาน ได้แก่ t–test แบบ Pair–test และ Z–test

2.2 ผลการเรียนรู้ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ ประเมินผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมฯ โดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ฐานนิยม ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยรายละเอียดของชุดกิจกรรมฯ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก

ชุดที่	กิจกรรมที่	เนื้อหา	กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก
1.	1 – 3	– การแยกตัวประกอบโดยใช้สมบัติการแจกแจง – การแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว – การแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสองที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์ – การแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสองที่เป็นผลต่างกำลังสอง	แผนผังใยแมงมุม แผนภูมิโครงสร้างต้นไม้ แผนภูมิเวนน์ แผนภาพลำดับขั้นตอน
2.	1 – 7	– คำตอบของสมการกำลังสองตัวแปรเดียว – สมการกำลังสองตัวแปรเดียว	แผนผังใยแมงมุม แผนภาพลำดับขั้นตอน
3.	1 – 4	– โจทย์ปัญหาสมการกำลังสองตัวแปรเดียว	แผนผังใยแมงมุม แผนภาพลำดับขั้นตอน

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้จากการเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะจากการทำกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก ผลการวิจัยดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการระหว่างเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก

ขั้นตอนกระบวนการ	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย(คะแนนจากการใช้ชุดกิจกรรมฯ)			ผลรวมของค่าเฉลี่ย	ร้อยละของผลรวมค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
		ชุดที่ 1 150	ชุดที่ 2 380	ชุดที่ 3 90			
1. ทำความเข้าใจปัญหา	99	13.19	67.32	8.05	88.56	89.45	11.40
2. วางแผนแก้ปัญหา	189	50.24	81.89	25.65	157.78	83.48	20.96
3. ดำเนินการตามแผน	200	36.16	89.68	18.81	144.65	72.33	31.80
4. ตรวจสอบผล	132	22.16	54.70	11.62	88.48	67.03	24.06
ผลรวมค่าเฉลี่ย	620	121.75	293.59	64.13	479.47	77.34	
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)		**22.42**	**54.12**	**12.69**	**85.16**		

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนด้านทักษะกระบวนการระหว่างเรียนจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก ทั้ง 3 ชุด ขั้นทำความเข้าใจปัญหา มีคะแนนเฉลี่ย 88.56 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 89.45 ซึ่งมากที่สุด รองลงมาคือ ขั้นวางแผนแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ย 157.78 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.48 ถัดไป คือ ขั้นดำเนินการตามแผน มีคะแนนเฉลี่ย 144.65 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.33 และน้อยที่สุดคือ ขั้นตรวจสอบผล มีคะแนนเฉลี่ย 88.48 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 67.03

2.2 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ก่อนเรียน–หลังเรียนผลการวิจัยดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ก่อนเรียน–หลังเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การทดสอบ	N	n ($\overline{X}$)	S.D.	t
ก่อนเรียน	37	5.97	1.77	19.65**
หลังเรียน	37	13.27	2.38	
ผลต่าง	37	7.30	2.26	

** p< .01

จากข้อมูลตารางที่ 3 พบว่า ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ก่อนเรียนชุดกิจกรรมฯ มีคะแนนเฉลี่ย 5.97 คะแนน และผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนชุดกิจกรรมฯ มีคะแนนเฉลี่ย 13.27 คะแนน ผลการทดสอบทางสถิติโดยใช้สถิติ t–test พบว่า ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.3 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการ ก่อนเรียน–หลังเรียน ผลการวิจัยดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการ ก่อนเรียน–หลังเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กระบวนการแก้ปัญหา	คะแนนเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			t–test
	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน 20	หลังเรียน 20	
1. ทำความเข้าใจปัญหา	2	1.65 (0.48)	2.00 (0.00)	28.23**
2. วางแผนแก้ปัญหา	8	0.73 (1.22)	6.05 (1.25)	
3. ดำเนินการตามแผน	6	0.00 (0.00)	3.30 (1.37)	
4. ตรวจสอบผล	4	0.00 (0.00)	1.43 (0.65)	
รวม	**20**	**2.37 (1.49)**	**12.78 (3.02)**	

** p< .01

จากข้อมูลตารางที่ 4 พบว่า ผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการในทุกขั้นของกระบวนการแก้ปัญหา มีค่าเฉลี่ยหลังเรียนมากกว่าค่าเฉลี่ยก่อนเรียนทุกขั้น โดยที่ขั้นดำเนินการตามแผน ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 0.00 คะแนน หลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ย 3.30 คะแนน และ ขั้นตรวจสอบผลก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 0.00 คะแนน หลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ย 1.43 คะแนน แสดงว่าผู้เรียนก่อนเรียนไม่มีทักษะเลย หลังเรียนมีทักษะเพิ่มขึ้นส่วนขั้นทำความเข้าใจปัญหา ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 1.65 คะแนน หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 2.00 คะแนน ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 0.73 คะแนน หลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ย 6.05 คะแนน แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะในการทำความเข้าใจปัญหากับการวางแผนแก้ปัญหาอยู่บางส่วนแล้ว หลังเรียนก็มีทักษะเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก และผลการเรียนรู้เฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.4 ผลการเรียนรู้เฉลี่ย (ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์) ผลการวิจัยดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ร้อยละของค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ และการทดสอบค่าสถิติ Z-test ของผลการเรียนรู้เฉลี่ย (ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์) ของนักเรียน จำนวน 37 คน

เกณฑ์ผลการเรียนรู้เฉลี่ย	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	ร้อยละของค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	Z
เกณฑ์ร้อยละ 65	60	41.97	69.95	12.36	2.438**

** p< .01

จากข้อมูลตารางที่ 5 พบว่า ผลการเรียนรู้เฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 41.97 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 12.36 คิดเป็นร้อยละ 69.95 คะแนน และเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 65 สรุปได้ว่าผลการเรียนรู้เฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.5 ผลการเรียนรู้ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ร้อยละและจำนวนนักเรียนในระดับคุณภาพด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์

คุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์	ร้อยละและจำนวนของนักเรียนในระดับคุณภาพ			ฐานนิยม
	ดีมาก	ดี	พอใช้	
1. ทำงานอย่างมีระบบ	21.62 (8)	64.86 (24)	13.51 (5)	ดี
2. มีระเบียบ	29.73 (11)	62.16 (23)	8.11 (3)	ดี
3. มีความรอบคอบ	18.92 (7)	62.16 (23)	18.92 (7)	ดี
4. มีความรับผิดชอบ	48.65 (18)	37.84 (14)	13.51 (5)	ดีมาก
5. มีวิจารญาณ	16.22 (6)	64.86 (24)	18.92 (7)	ดี
6. มีความเชื่อมั่นในตนเอง	8.11 (3)	70.27 (26)	21.62 (8)	ดี

จากข้อมูลตารางที่ 6 พบว่า ผลการประเมินด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก จำนวน 37 คน คุณลักษณะมีความรับผิดชอบอยู่ใน ระดับดีมาก มีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 48.65 และคุณลักษณะทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง อยู่ในระดับดี

สรุปภาพรวม คุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 คุณลักษณะอยู่ในระดับดีและการประเมินด้านเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ทั้ง 10 รายการ มีคะแนนรวมเฉลี่ย 3.38 สรุปได้ว่า นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์หลังจากการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิกอยู่ในระดับค่อนข้างมาก

สรุปผลการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว ทั้งหมด 3 ชุดกิจกรรม ดังนี้ ชุดที่ 1 เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสอง จำนวน 3 กิจกรรม ใช้เวลาเรียน 3 ชั่วโมง โดยในชุดกิจกรรมที่ 1 ใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับแผนผังใยแมงมุม แผนภูมิโครงสร้างต้นไม้ แผนภูมิเวนน์และแผนภาพลำดับขั้นตอนชุดที่ 2 เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว จำนวน 7 กิจกรรม ใช้เวลาเรียน 7 ชั่วโมง โดยในชุดกิจกรรมที่ 2 ใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับแผนผังใยแมงมุมและแผนภาพลำดับขั้นตอน และชุดที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการกำลังสอง ตัวแปรเดียว จำนวน 4 กิจกรรม ใช้เวลาเรียน 4 ชั่วโมง โดยในชุดกิจกรรมที่ 3 ใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับแผนผังใยแมงมุมและแผนภาพลำดับขั้นตอน

2. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้และทักษะของนักเรียนจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 กล่าวคือ นักเรียนที่ได้เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก มีผลการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้และด้านทักษะเพิ่มขึ้น ซึ่ง

เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 และผลการเรียนรู้เฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 41.97 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 69.95 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 และด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว พบว่าคุณลักษณะที่พึงประสงค์ด้านมีความรับผิดชอบอยู่ในระดับดีมาก มีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 48.65 ส่วนคุณลักษณะที่พึงประสงค์ด้านอื่นที่เหลือ คือการทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบมีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง อยู่ในระดับดี และนักเรียนที่ได้เรียนจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับค่อนข้างมาก

อภิปรายผล

1. ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว ประกอบด้วยทั้งหมด 3 ชุดกิจกรรม ดังนี้ ชุดที่ 1 เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสอง จำนวน 3 กิจกรรม ใช้เวลาเรียน 3 ชั่วโมง ชุดที่ 2 เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว จำนวน 7 กิจกรรม ใช้เวลาเรียน 7 ชั่วโมง และชุดที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการกำลังสองตัวแปรเดียว จำนวน 4 กิจกรรม ใช้เวลาเรียน 4 ชั่วโมง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 79.84/77.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ตามหลักการของรัตนะ บัวสนธ์ (2552) ที่ใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพของนวัตกรรมการศึกษาที่มุ่งแก้ปัญหาหรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะซับซ้อนหรือมีเนื้อหาสาระค่อนข้างยาก ทั้งนี้เนื่องจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก เน้นกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นขั้นตอน มีการวิเคราะห์ปัญหาโดยมีการจำแนกแยกแยะ โดยผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาเริ่มต้นจากกระบวนการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอน เริ่มจากขั้นตอนที่ 1 คือ การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาเป็นการวิเคราะห์โจทย์ โดยพิจารณาว่าสิ่งที่โจทย์ให้หาคืออะไร และโจทย์หรือสถานการณ์นั้นได้ให้อะไรมาบ้าง หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาดำเนินการตามขั้นตอนที่ 2 คือ วางแผนแก้ปัญหา ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญเพราะเป็นขั้นตอนที่จะนำข้อมูลที่มีในขั้นตอนที่ 1 นั้น มาเชื่อมโยงความเกี่ยวข้องของข้อมูลกับสิ่งที่ต้องการหา ผู้เรียนต้องเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาและวางแผนในการแก้ปัญหา หลังจากนั้นดำเนินการตามขั้นตอนที่ 3 คือ ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะการคิดคำนวณและทักษะในการแก้สมการมาเป็นอย่างดี และขั้นตอนที่ 4 คือ ขั้นตอนในการตรวจสอบผล จะเป็นการตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ สอดคล้องกับแนวคิดของ สิริพร ทิพย์คง (2554) ที่ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการแก้ปัญหาว่าในการเรียนการสอนเพื่อให้ได้ความรู้ผู้สอนควรเน้นกระบวนการและยุทธวิธีที่ใช้

การแก้ปัญหา แทนที่จะเน้นเฉพาะการได้คำตอบที่ถูกต้องเท่านั้นและการใช้เทคนิคของการเขียนผังกราฟิกในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในทุกขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพที่ชัดเจนขึ้น เกิดความเข้าใจ เป็นการจัดกลุ่มความคิดรวบยอดเพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของความคิดหลักและความคิดรองลงมา ซึ่งได้จากการวิเคราะห์แยกแยะเนื้อหาในโจทย์ปัญหาว่า มีประเด็นที่เกี่ยวข้องเชื่อมโย ทั้งหมดอะไรบ้าง สอดคล้องกับแนวคิดของทิศนา แขมมณี (2552) ได้กล่าวว่า ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนจัดข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นระบบระเบียบอยู่ในรูปที่อธิบายให้เข้าใจและจดจำได้ง่าย และสอดคล้องกับแนวคิดของชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552) ได้กล่าวถึง ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือที่มีคุณค่า สำหรับใช้ในการเรียนการสอน เป็นกลวิธีที่ใช้ในการทำความเข้าใจสิ่งที่เรียนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนั้นการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก จึงเป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ได้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกนกพรรณ พูนสุวรรณ์ (2554) ที่ได้พัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา เรื่อง ทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัย พบว่า ชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา เรื่อง ทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยภาพรวมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.92/82.54 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐกฤษ จันทร์ตะ (2547) ที่ได้พัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาเรื่องความน่าจะเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัย พบว่า ชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา เรื่องความน่าจะเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 90.00/78.94 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

2. ผลการศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว พบว่า ผลการเรียนรู้ด้านความรู้และทักษะกระบวนการของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยในข้อที่ 1 และผลการเรียนรู้เฉลี่ยของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 41.97 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 69.95 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยในข้อที่ 2 กล่าวคือ การเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิกสามารถพัฒนาผลการเรียน ด้านความรู้และทักษะกระบวนการของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้เป็นเพราะชุดกิจกรรมเน้นกระบวนการที่เป็นขั้นตอน และวิธีการแก้ปัญหาแต่ละขั้นนำการสร้าง ผังกราฟิกมาทำให้นักเรียนได้เกิดการสร้างภาพมีการจำแนก แยกแยะให้เห็นชัดเจน ช่วยทำให้ครูผู้สอนสามารถถ่ายทอดเนื้อหาที่ค่อนข้างซับซ้อน เร้าความสนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดความน่าสนใจ ไม่เบื่อหน่ายในการเรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการมากขึ้น การรู้จักวิเคราะห์ปัญหา การวางแผนแก้ปัญหาดำเนินการตามแผนและการตรวจ

สอบผล ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทั่วไป ที่นอกจากจะนำมาแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้แล้วยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รัศมี ธัญน้อม (2554) ที่ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดค่ากลางของข้อมูล โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดค่ากลางของข้อมูล โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ณัฐกฤษ จันทร์ตะ (2547) ที่ได้การพัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 สอดคล้องกับผลการวิจัยของดวงดาว บัวศรีน้ำผึ้ง (2554) ที่ได้ใช้เทคนิคการสร้างผังความคิดเพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังเรียนเรื่องการแก้โจทย์ปัญหาระคนโดยใช้เทคนิคการสร้างผังความคิดมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 72 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วิไลวรรณ ร่องพืช (2556) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสร้างผังกราฟิกในรายวิชาแคลคูลัส 1 ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยการอาชีพสอง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาได้คะแนนเฉลี่ย 15.59 หรือคิดเป็นร้อยละ 77.94 สูงกว่าเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนด คือ ร้อยละ 75 ซึ่งจากผลการวิจัยที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าชุดกิจกรรมการเรียนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาเป็นสื่อการเรียนการสอน เป็นสื่อที่ช่วยพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากที่นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยที่ครูเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือ แนะนำ ชี้แนะ และชุดกิจกรรมมีกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นขั้นตอนมีลำดับที่ชัดเจน สามารถย้อนกลับไปตรวจสอบหาข้อผิดพลาดได้ทุกขั้นตอนและการใช้เทคนิคผังกราฟิกเข้าช่วยในกระบวนการแก้ปัญหาทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจแต่ละขั้นตอนมากขึ้น ดังนั้น นักเรียนที่ได้เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่มีกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและ ผังกราฟิกจึงมีผลการเรียนรู้ที่สูงขึ้น

จากผลการเรียนรู้ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว พบว่า นักเรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ด้านมีความรับผิดชอบอยู่ในระดับดีมาก มีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 48.65 ส่วนคุณลักษณะด้านอื่น ๆ คือ ด้านทำงานอย่างมีระบบ ด้านมีระเบียบวินัย ด้านมีความรอบคอบ ด้านมีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง นักเรียนมีคุณลักษณะอยู่ในระดับดี และนักเรียนที่ได้เรียนจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ ค่อนข้างมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมได้ชี้แจงเกี่ยวกับการเรียนให้

นักเรียนเข้าใจถึงชุดกิจกรรมที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและการใช้ผังกราฟิกช่วยในการทำกิจกรรม เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแก้ปัญหาและทำความตกลงกับผู้เรียนในเรื่องความรับผิดชอบ การส่งงานให้ตรงต่อเวลา ถ้ากิจกรรมใดไม่สามารถทำตามเวลาในชั้นเรียนได้ ให้นำไปทำต่อเป็นการบ้านและต้องรีบนำมาส่งในวันถัดไป จึงทำให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ในด้านความรับผิดชอบอยู่ในระดับดีมาก อีกทั้งในการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน สนใจเรียนมากขึ้น ไม่รู้สึกเบื่อหน่าย จึงทำให้มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับค่อนข้างมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ โชติมา หนูพริก (2553) ได้ทำการพัฒนาระบบประเมินการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ใช้ระบบประเมินการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณารายด้าน นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์แต่ละรายการประเมินเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้ ด้านความมีระเบียบวินัย ด้านความเชื่อมั่นในตนเอง ด้านการมีวิจารณญาณ ด้านเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์อยู่ในระดับมากและด้านการทำงานอย่างเป็นระบบ ด้านความรับผิดชอบ นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์อยู่ในระดับดี

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรอธิบายรูปแบบวิธีการเรียน ชี้แจงให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องและชัดเจนก่อนเรียน

2. ผู้สอนควรให้คำแนะนำปรึกษา คอยช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหา ขยายเวลาให้กับนักเรียนที่ทำชุดกิจกรรมในชั้นเรียนไม่ทัน

3. ควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวิธีการสอนที่หลากหลายประกอบการใช้ชุดกิจกรรม

4. ควรพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก ในการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมฯ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองใช้เพียง 2 ครั้ง เนื่องมาจากข้อจำกัดในด้านของระยะเวลา ดังนั้นผู้ที่ศึกษาและนำชุดกิจกรรมฯ นี้ เป็นแนวทางการพัฒนาชุดกิจกรรมฯ ไปพัฒนาต่อควรมีการหาประสิทธิภาพ โดยทดลองใช้ทั้งหมด 3 ครั้ง โดยเพิ่มการทดลองใช้กับกลุ่มใหญ่ด้วย เพื่อให้ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. เนื่องจากกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เป็นกระบวนการที่มีขั้นตอนชัดเจน เข้าใจง่าย ดังนั้นจึงควรนำกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาไปใช้กับสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในเนื้อหาเรื่องอื่น ๆ เพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียนให้สูงขึ้น

3. ผังกราฟิก ช่วยในเรื่องการชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ของความคิด จึงช่วยในด้านการจำและทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในสิ่งที่กำลังเรียนมากขึ้น ดังนั้นการสร้างและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกเรื่องสามารถนำผังกราฟิกไปใช้ในการสร้างและพัฒนาชุดกิจกรรมได้ทุกขั้นตอนของชุดกิจกรรม

4. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิก เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว ช่วยทำให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีและระดับดีมาก ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและผังกราฟิกในเนื้อหาสาระเรื่องอื่น เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กนกพรรณ พูนสุวรรณ์. (2554). *การพัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาเรื่อง ทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

กมลพร จินดาหลวง. (2549). *การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ โดยการสร้างผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* การค้นคว้าแบบอิสระศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). *80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.* กรุงเทพฯ: แดแน็กซ์อินเตอร์คอร์ปปอเรชั่น.

โชติมา หนูพริก. (2553). *การพัฒนาระบบประเมินการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ณัฐกฤษ จันทร์ตะ. (2547). *การพัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

ดวงดาว บัวศรีน้ำผึ้ง. (2554). *ผลของการใช้เทคนิคการสร้างผังความคิดเพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3.* การค้นคว้าแบบอิสระศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทิศนา แขมมณี. (2552). *ศาสตร์การสอน:องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542). *นวัตกรรมการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: เจริญวิทย์การพิมพ์.

ภัทรานิษฐ์ โกศัลวิตร. (2557). *การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้จากการสอนโดยเน้นขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya กับการสอนแบบปกติ.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

รัตนะ บัวสนธ์. (2552). *การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา.* กรุงเทพฯ: คำสมัย.

รัศมี ธัญน้อม. (2554). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดค่ากลางของข้อมูลโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพิชัย.* วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: แอล ที เพรส.

วิไลวรรณ ร่องพืช. (2556). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสร้างผังกราฟิกในรายวิชาแคลคูลัส1 ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยการอาชีพสอง.* วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *การอบรมครูด้วยระบบทางไกลกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา หลักสูตรมาตรฐานการอบรมครู ปีที่ 3* (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค.ลาดพร้าว.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2557). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET)* สืบค้น 12 ธันวาคม 2558 จาก http://www.chiangdao.ac.th/cdwweb/index. php/2013-12-17-06-18-40/category/83-o-net-2557.

สิริพร ทิพย์คง. (2544). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

Polya, George. (1957). *How to Solve It : A New Aspect of Mathematical Method* (2nd ed). New York: Doubleday and Company.