

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
และการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2

THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICS PROBLEM SOLVING
AND ANALYTICAL THINKING ABILITIES FOR GRADE 8 STUDENTS
USING 4Ex2 INSTRUCTIONAL MODEL

สิรินรัตน์ ธีระเมธากุล¹ และ สิทธิพล อาจอินทร์²

มหาวิทยาลัยขอนแก่น^{1,2}

Sirinrat Theeramethakul¹ and Sitthipon Art-in²

Khon Kaen University, Thailand^{1,2}

Corresponding Author, Email: junesirinrat@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 ให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป 2) พัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 ให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ขึ้นไป กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองบัวทุ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 จำนวน 12 คน รูปแบบการวิจัยเป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) จำนวน 3 วงจร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

* ได้รับบทความ: 13 พฤษภาคม 2563; แก้ไขบทความ: 25 กันยายน 2563; ตอรับตีพิมพ์: 28 กันยายน 2563

Received: May 13, 2020; Revised: September 25, 2020; Accepted: September 28, 2020

ประกอบด้วย 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติการ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 จำนวน 9 แผน เวลา 18 ชั่วโมง 2) เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติ ได้แก่ แบบบันทึกการสอนของครู แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ แบบสัมภาษณ์นักเรียน แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ท้ายวงจร จำนวน 9 ข้อ และแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ท้ายวงจร จำนวน 36 ข้อ 3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าร้อยละ (%)

ผลการวิจัยพบว่า

1) นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 58.33 คิดเป็นร้อยละ 72.92 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2) นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยเท่ากับ 22.33 คิดเป็นร้อยละ 74.44 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

คำสำคัญ: ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์; ความสามารถในการคิดวิเคราะห์; รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2

Abstract

The objectives of this study were to : 1) develop the ability to solve mathematical problems. By using the 4E×2 teaching model, students have an average score of not less than 70 percent and the number of students who pass the threshold of 70 percent or more. 2) Develop analytical thinking ability. By using the 4E×2 teaching model, the students have an average score not less than 70% and the number of students who pass the criteria of 70 percent or more. Target groups are students in grade 2 of Ban Nong Bua Thung School.

Under the Office of Nakhon Ratchasima Primary Educational Service Area 6, consisting of 12 people. The research model is a 3-part action research tool. The research tools consist of 1) The tools used in the experiment are the learning management plan with pictures. 4Ex2 learning styles, consisting of 9 plans, 18 hours duration. 2) The tools used to reflect the performance were teachers' teaching record, Learning behavior observation form, Student interview form, ended cycle mathematical problem solving ability assessment form which consists of 9 items, and ended cycle analytical thinking ability assessment form which consists of 36 items 3) The tools used in evaluating the effectiveness of learning activities were subjective test of mathematical problem solving ability which contains 10 items, and objective test of analytical thinking ability which contains 30 items. Analyze data by using average, standard deviation and percentage.

The results of the research showed that

1) Students have an average mathematical problem solving ability score of 58.33, 72.92 percent of the full score and the number of qualified students is 9 persons; 75.00 percent of all students. Which is higher than the set standard.

2) Students have an average analytical ability score of 22.33 which is 74.44 percent of the full score and the number of qualified students is 9 persons which is 75.00 percent of the total students. Which is higher than the set standard.

Keywords: Mathematics Problem Solving Ability; Analytical Thinking Ability;
4Ex2 Instructional Model

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความรู้สึกนึกคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ แบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถ่วงถ่วง รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม สอดคล้องกับ นิชาพร เจริญวานิชกูร (2560 : 1) ได้กล่าวว่า ความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ช่วยให้คนเราเข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัว สามารถแก้ปัญหาในชีวิตได้อย่างสมเหตุผลและยังเป็นพื้นฐานของการพัฒนาความคิด เพื่อสร้างความเจริญก้าวหน้าในด้านต่าง ๆ

กระบวนการที่เป็นเป้าหมายพื้นฐานในการสอนคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ ความเข้าใจ สามารถคิดเป็นและแก้ปัญหาได้ (Kennedy and Tipps, 1994 : 135) อีกทั้งการศึกษาไทยในศตวรรษที่ 21 ยังได้เน้นพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะต่าง ๆ โดยเฉพาะทักษะการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Polya, 1957 : 5 – 40) จะเห็นว่าการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กัน การที่นักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีนักเรียนต้องใช้การคิดวิเคราะห์ เพื่อตีความหมาย แยกองค์ประกอบ สิ่งที่เกี่ยวข้องที่กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหา นำไปสู่ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

แต่ในปัจจุบันพบว่า ภาพรวมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยยังไม่บรรลุเป้าหมายเท่าที่ควร จะเห็นได้จากการประเมินผลร่วมกับนานาชาติ ในโครงการ PISA 2015 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ย 415 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติ เช่นเดียวกันกับ โครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย เทียบกับนานาชาติ (TIMSS) พบว่าคะแนนวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ย 431 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติ และอยู่ในระดับต่ำ นอกจากนี้ ยังมีผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในปีการศึกษา 2561 พบว่ามีค่าเฉลี่ย 30.04 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม อาจเกิดจากการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนยังขาดความน่าสนใจ มีลักษณะคร่ำครึบรรยายหน้าห้องและนั่งเรียนฟัง นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการ

เรียนรู้ด้วย ส่วนใหญ่จะฟังจากที่ครูสอนท่องจำสูตร และทำแบบฝึกหัด ส่วนทางกับตัวชีวิตที่เน้นการให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

จากการศึกษางานวิจัยทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ พบว่า การเรียนรู้แบบสืบเสาะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความคิดได้อย่างเต็มที่ ผู้เรียนสามารถคิดเรื่องอย่างเป็นระบบ รู้จักการใช้เหตุผลวิเคราะห์บทเรียน มีขั้นตอนในการคิด อันจะส่งผลต่อผู้เรียนในการพัฒนาตัวเอง Marshall, Horton, & Smart (2009 : 501 – 506) จึงได้ปรับปรุงรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะโดยเพิ่มการสะท้อนการรู้คิดและการประเมินระหว่างเรียน ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอนไว้ในทุกชั้น เรียกว่ารูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 ประกอบด้วยโครงสร้าง 3 ส่วน ประกอบไปด้วย ส่วนที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ (Inquiry Instructional Model) ซึ่งมี 4 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Explore) ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explain) และขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Extend) ส่วนที่ 2 การสะท้อนการรู้คิด (Metacognitive Assessment) และส่วนที่ 3 การประเมินผลระหว่างเรียน (Formative Assessment) ซึ่งในการการสอนแบบสืบเสาะแต่ละขั้นจะดำเนินการสะท้อนการรู้คิดและการประเมินผลระหว่างเรียนไปพร้อม ๆ กัน

ผู้วิจัยจึงนำรูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 มาเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองบัวทุ่ง ให้มีความรู้ความสามารถในศตวรรษที่ 21 และเป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจศึกษาค้นคว้างานวิจัย เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยนำกระบวนการพัฒนาภายใต้วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

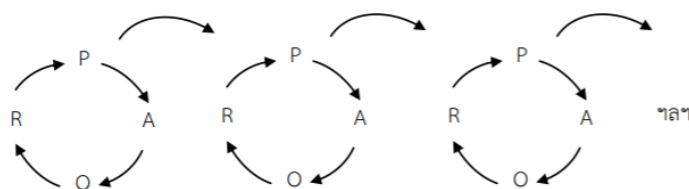
1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 ให้นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

2. เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ให้นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ระเบียบวิธีวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ที่นำกระบวนการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (1988 : 10) เป็นแนวทางในการดำเนินการตามวงจรปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Planning), ขั้นปฏิบัติการ (Action), ขั้นสังเกตการณ์ (Observation) และขั้นการสะท้อนกลับ (Reflection) ผู้วิจัยจึงได้มีการพัฒนาเป็นวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน 3 วงจร ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การพัฒนาเป็นวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

ตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านหนองบัวทุ่ง ตำบลตาจั่น อำเภอดง จังหวัดนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 6 จำนวน 12 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

3. ตัวแปรที่ศึกษา

1) ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน

4E×2

2) ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2.2) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนของนักเรียน

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค22102 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านหนองบัวทุ่ง พุทธศักราช 2562 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ เวลาสอน 18 ชั่วโมง

5. ระยะเวลาในการทำวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ภาคเรียนที่ 1 ถึงภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา

2562

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติการ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและจากการวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัด ได้แผนการจัด การเรียนรู้จำนวน 9 แผน โดยใช้เวลาสอนทั้งหมด 18 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อย่อย ได้แก่

แผนที่ 1 การหาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนที่ 2 การหาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมและรูปวงกลม

จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนที่ 3 การหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนที่ 4 การหาพื้นที่ผิวของปริซึม จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนที่ 5 การหาปริมาตรของปริซึม จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนที่ 6 การประยุกต์การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนที่ 7 การหาพื้นที่ผิวของทรงกระบอก จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนที่ 8 การหาปริมาตรของทรงกระบอก จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนที่ 9 การประยุกต์การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก
จำนวน 2 ชั่วโมง

ซึ่งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ ผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 แผนการจัดการเรียนรู้ผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยภาพรวมแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76

2. เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติ ประกอบไปด้วย

2.1 แบบบันทึกการสอนของครู

2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้

2.3 แบบสัมภาษณ์นักเรียน

2.4 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ท้ายวงจร แบบ
อัตนัย จำนวน 3 ข้อ รวมทั้งหมดจำนวน 9 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00
ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.34 – 0.65 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.37 – 0.73 และมีค่า
ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

2.5 แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ท้ายวงจร แบบปรนัย ชนิด
เลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 12 ข้อ รวมทั้งหมดจำนวน 36 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง
(IOC) เท่ากับ 1.00 ค่าความยากง่าย(p) ระหว่าง 0.34 – 0.67 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง
0.43 – 0.68 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82

3. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง
พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบอัตนัย
จำนวน 10 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง
0.42 – 0.65 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.39 – 0.66 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79

3.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนี ความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.38 – 0.69 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.44 – 0.73 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.84

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ปฐมนิเทศนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และผู้ช่วยวิจัย ให้มีความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 และชี้แจงบทบาทของครูและนักเรียน วิธีการวัดและประเมินผล และเกณฑ์การให้คะแนน

2. ดำเนินการทดลอง ตามรูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 9 แผนการเรียนรู้โดยใช้เวลาในการทดลองทั้งหมด 18 ชั่วโมง แบ่งเป็น 3 วงจรปฏิบัติ

3. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากทุกแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้ช่วยวิจัยช่วยสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนและครูผู้สอนด้วยแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ นำข้อมูลที่ได้มารวบรวมกันอภิปรายเมื่อสิ้นสุดแต่ละวงจร พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อใช้ในวงจรต่อไป

4. ผู้วิจัยดำเนินการประเมินพัฒนาการ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์หรือไม่ แล้วนำผลการวิจัยที่ได้ไปอภิปรายผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าร้อยละ (%) เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

1.2 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้

ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าร้อยละ (%) เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ นำข้อมูลจากแบบบันทึกการสอนของครู แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้แบบสัมภาษณ์นักเรียน มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis)

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอน 4E×2 จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ปรากฏผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม	คะแนน เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ร้อยละ	ผลการประเมินความสามารถ			
					ผ่าน		ไม่ผ่าน	
					คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ
12	80	58.33	8.35	72.92	9	75.00	3	25.00

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ย 58.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8.35 คิดเป็นร้อยละ 72.92 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้รูปแบบการสอน 4E×2 แบบทดสอบ วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ปรากฏผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ร้อยละ	ผลการประเมินความสามารถ			
					ผ่าน		ไม่ผ่าน	
					คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ
12	30	22.33	2.72	74.44	9	75.00	3	25.00

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย พบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์เฉลี่ย 22.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.72 คิดเป็นร้อยละ 74.44 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ได้ เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป และขั้นที่ 4 ขยายความรู้ โดยในแต่ละขั้นตอนจะมีการสะท้อนการรู้คิดและประเมินผลระหว่างเรียนโดยครูผู้สอนอยู่ในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอน

สำหรับการจัดการเรียนการสอนจะให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ โดยเน้นกระบวนการคิดร่วมกับความรู้เดิมที่มีอยู่ ซึ่งในขั้นวิเคราะห์ปัญหา นักเรียนจะต้องใช้การคิดวิเคราะห์ในการพิจารณาแยกแยะปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ว่าข้อมูลที่ให้มามีอะไรบ้าง ต้องการให้หาอะไร และมีข้อมูลเพียงพอที่จะนำไปใช้หาคำตอบหรือไม่ นักเรียนจะต้องสืบค้นหาข้อมูล สำรวจ ตรวจสอบ เพื่อวางแผนแก้ปัญหา หาวิธีการที่เหมาะสม นำไปสู่การดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ พร้อมดำเนินการตรวจสอบคำตอบ โดยนักเรียนจะเป็นผู้ค้นคว้าความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ จนเกิดความเข้าใจ รวบรวมเป็นความคิดรวบยอดของตนเอง และสามารถนำมาประยุกต์ใช้เมื่อเจอสถานการณ์ใหม่ในอนาคตได้ โดยครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิด สืบค้น และหาคำตอบด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ อีกทั้งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูผู้สอนจะเน้นการใช้สื่อรูปธรรมที่เป็นรูปเรขาคณิตสองมิติ ปริซึม และทรงกระบอกที่สามารถจับต้องได้ สามารถวัด วัดความยาว คลิปปริซึมและทรงกระบอก เพื่อให้เห็นส่วนประกอบต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน และครูผู้สอนยังเน้นให้ผู้เรียนร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึก รู้จักการแบ่งหน้าที่กันในกลุ่ม ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และหา

คำตอบร่วมกัน จากนั้นให้นักเรียนได้นำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน เป็นการฝึกให้นักเรียนกล้าแสดงออก ได้อภิปรายความรู้ แนวคิด วิธีการเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและหาข้อสรุปร่วมกัน

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองบัวทุ่ง โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 58.33 คิดเป็นร้อยละ 72.92 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลของการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 เป็นการจัดการเรียนการสอน โดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิด เน้นการให้นักเรียนหาเหตุผลจนค้นพบความรู้ โดยในแต่ละขั้นของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะผสมผสานการสะท้อน การรู้คิด ซึ่งทำให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดจากสถานการณ์หรือสื่อ โดยการพูด การเขียน การแสดงออกหลายอย่างร่วมกัน รวมทั้งการประเมินระหว่างเรียน ยังเป็นการตรวจสอบความก้าวหน้าหรือพัฒนาการด้านความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ หลังจากที่ได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนว่ามีผลบรรลุตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้ในแต่ละขั้นและแต่ละแผน อีกทั้งครูได้สร้างบรรยากาศให้นักเรียนได้แสดงออกทางความคิด ได้ทำงานเป็นกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เริ่มจากโจทย์ปัญหาที่ง่ายไปสู่โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากขึ้น นักเรียนได้เผชิญปัญหาที่ท้าทายและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน รวมทั้งการฝึกกระบวนการคิดตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับ ธาดาพนิตสติ ศุกลวิริยะกุล (2560 : 37) ได้กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนจะต้องเตรียมโจทย์ปัญหาที่มีความน่าสนใจและเหมาะสมกับผู้เรียน คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและไม่ปิดกั้นความคิดของผู้เรียน ซึ่งผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สิริรัศมี ผลขวัญโชติกา (2554 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นิเทศศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนกลุ่มที่

ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอน 4E×2 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับ ธาดาพนิต สติ ศกุลวิริยะกุล (2560 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการเรียนรู้แบบโมบายเลิร์นนิ่งบนคลาวด์ร่วมกับ 4E×2 ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองบัวทุ่งโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์เท่ากับ 22.33 คิดเป็นร้อยละ 74.44 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดและความรู้เดิมที่มีอยู่เป็นฐานในการสร้างความรู้ผ่านการนั้นอภิปรายร่วมกันของผู้เรียน ผู้เรียนจะได้ใช้ทักษะการสังเกต สืบค้น ตรวจสอบ และนำไปสู่การสรุปความรู้ใหม่ที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ได้ โดยมีครูเป็นผู้ประเมินผลระหว่างเรียน กระตุ้น และใช้คำถามชี้แนะแนวทางให้ผู้เรียนสะท้อนการรู้คิด ทำให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ สร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งต้องใช้สมองในการคิดวิเคราะห์ข้อมูลจากการอ่าน การสังเกตโจทย์ปัญหา แยกแยะให้เห็นส่วนที่สำคัญที่จำเป็นต่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถหาความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ และเชื่อมโยงไปสู่วิธีการในการหาคำตอบ พร้อมทั้งสามารถหาคำตอบของปัญหาได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งนักเรียนจะได้พูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทั้งกับเพื่อนในชั้นเรียนและกับครูผู้สอน จนสรุปเป็นหลักการเพื่อตอบจุดประสงค์ของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ สอดคล้องกับ กรรณิการ์ กวางศิริ (2554 : 85) ได้กล่าวถึง บุคคลที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ต้องมีความช่างสังเกต ช่างสงสัย ช่างซักถาม มีความกระตือรือร้น การแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาพิจารณาตัดสินใจ เกี่ยวกับเรื่องราวหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาได้ถูกต้อง โดยมีเหตุผลและหลักฐานมาสนับสนุน ซึ่งผลการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ พิมศิริ แก้วศรีหา (2555 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้

รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนจำนวนร้อยละ 80.50 ได้คะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป และงานวิจัยของ นรภัทร เสนิงค์ ณ ออยุธยา (2557 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ร่วมกับกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี พบว่า ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษา ก่อนเรียน และหลังเรียน พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 26.76

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1.1 การจัดกิจกรรมต้องคำนึงถึงความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียน และช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่ได้

1.2 การจัดกิจกรรมต้องคำนึงถึงเวลาในการดำเนินกิจกรรมแต่ละขั้นตอน ให้มีความกระชับยืดหยุ่นตามความเหมาะสม

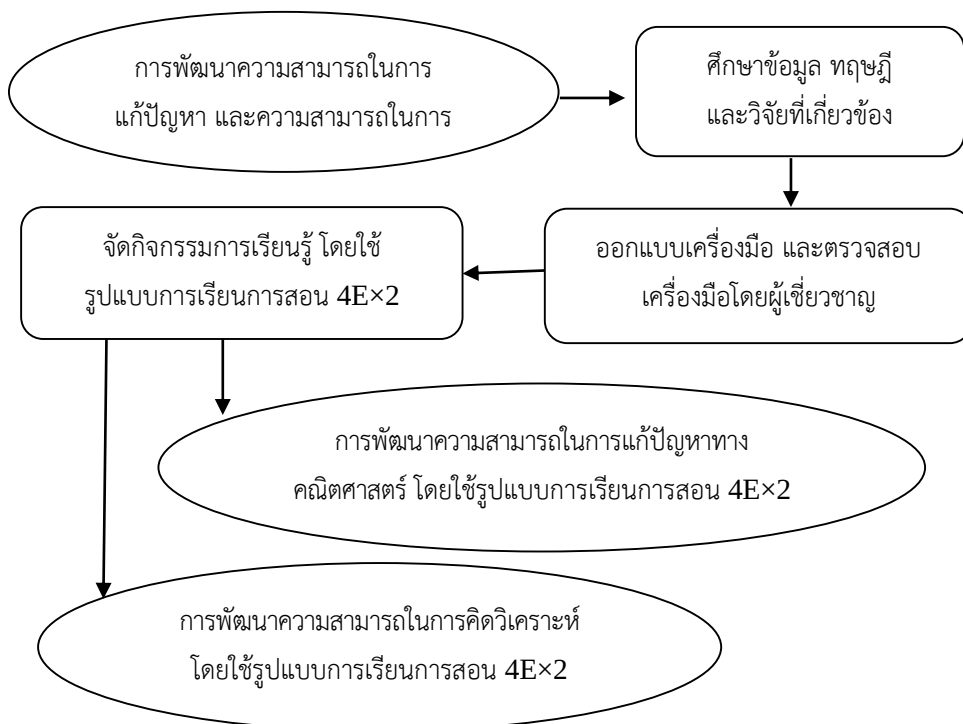
2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรทำการวิจัยโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ในกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์หน่วยการเรียนรู้อื่น เช่น พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลม

2.2 ควรนำรูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ไปใช้ร่วมกับเทคนิคการสอนอื่น เพื่อพัฒนาความสามารถในด้านอื่นต่อไป เช่น เทคนิคผังกราฟิกเพื่อพัฒนาความคิดรวบยอด

องค์ความรู้ใหม่

การวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ได้องค์ความรู้ใหม่สู่การพัฒนาการเรียนการสอนดังนี้



เอกสารอ้างอิง

- กรรณิการ์ กวางศิริ. (2554). การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และความเข้าใจที่คงทน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ณิชพร เจริญวานิชกูร. (2560). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซ ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ธาดาพนิตสดี ศุกลวิริยะกุล. (2560). ผลการเรียนรู้แบบโมบายเลิร์นนิ่งบนคลาวด์ร่วมกับ 4E×2 ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นรภัทร เสนีวงศ์ ณ อยุธยา. (2557). การพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งร่วมกับกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรวิทยานิพนธ์ ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- พิมศิริ แก้วศรีหา. (2555). การศึกษากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 5(3), 57-64.
- สิริรัศม์ ผลขวัญโชติกา. (2554). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบ การเรียนการสอน 4E×2 ที่มีต่อเมตาคognitionและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหา บัณฑิต: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Bloom, Benjamin S., et al. (1971). Hand book on Formative and Summative Evaluating of Student Learning. New York, Graw-Hill Book Company.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). The action research planner (3rd ed.). Geelong: Deakin University Press.
- Kennedy M.L. and Tipps S. (1994). Guiding Children' s Learning of Mathematics. Wadsworth Publishing Company.
- Marshall, J. C., Horton, B., & Smart, J. (2009). 4E×2 Instructional Model: Uniting three learning constructs to improve praxis in science and mathematics classrooms. Journal of Science Teacher Education. 20(6), 501-516.
- Polya, G. (1957). How to solve it: a new aspect of mathematical method. New Jersey: Princeton University Press.