

การพัฒนาการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสอง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
Development of Mathematics Learning: Factorization of Polynomials with Degrees
Higher than Two of 3rd Grade Students Using Quest Inquiry-Based Learning (5E)

อริสราพร วงษ์ชมพู^{1*} ธเนศพล วสุอนันต์กุล² ประวิณนุช วสุอนันต์กุล³

E-mail: dreamm0712@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัย 1) เพื่อศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้เป็นไปตามเกณฑ์ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนกับหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) กับเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนเลยอนุบาลวิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม จำนวน 1 ห้อง รวม 37 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสอง แผนการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสอง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) และแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) การวิเคราะห์ข้อมูล 1) การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ การหาความถี่ และร้อยละ 2) การวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) และการวิเคราะห์การกระจายของข้อมูล ได้แก่ การหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3) การวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) 4) การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ได้แก่ สถิติที่เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent samples t-test) 5) การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) กับเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 ได้แก่ สถิติที่ที่กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวเทียบกับเกณฑ์ (One sample t-test)

คำสำคัญ: พัฒนาการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

Abstract

This objectives of this research were 1) To study the effectiveness index of learning management plans using the quest-based Inquiry-Based Learning (5E). Re: Factorization of polynomials with degrees higher than two students. 2) To compare achievements in mathematics, the separation of polynomial factors with higher degrees than two of the 3rd graders between pretest and posttest using quest Inquiry-Based Learning (5E) 3) To compare academic achievement. Mathematics on the separation of polynomials with higher degrees than two of 3rd graders after studying using quest Inquiry-Based Learning (5E) with a score threshold of 70 percent 4) To study the satisfaction of third-graders with the developmental outcomes. Manage Inquiry-Based Learning (5E) The sample used in the research was students in grades 3/1, Loei Anukulwitthaya School, Semester 1, academic year 2022, obtained by simple random sampling using the classroom as a random unit. The tools used in the research include a math test on factorization of polynomials with degrees higher than two. Lesson plan on factorization of polynomials with degrees higher than two Using knowledge-seeking Inquiry-Based Learning (5E) and questionnaires, satisfaction with knowledge-seeking Inquiry-Based Learning (5E). Data analysis 1) Analysis of the sample's underlying data, namely frequency determination, and 2) Satisfaction level analysis on learning management quest Inquiry-

¹ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

³ ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเลยพิทยาคม จังหวัดเลย

Based Learning (5E) and data distribution analysis, i.e. averaging and standard deviations, 3) Analysis of the effectiveness index of learning management plans using the quest learning management method. Inquiry-Based Learning (5E) 4) Analysis comparing academic achievement between pretest and posttest by organizing 5E: Statistics that compare the averages of two dependent samples t-test 5) comparative analysis of academic achievement. Between posttest quest Inquiry-Based Learning (5E) and 70% score threshold, statistics on one sample t-test.

Keywords: develop learning in mathematics, management of the 5E's of Inquiry learning

ความเป็นมาของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560: 1) กระทรวงศึกษาธิการจึงได้กำหนดให้คณิตศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หนึ่งที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานซึ่งหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการคือความสามารถในการสื่อสารความสามารถในการคิดเป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดอย่างเป็นระบบความสามารถในการแก้ปัญหาความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตและความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560: 1)

ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้นหากครูเปลี่ยนบทบาทการสอนจากครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้เพียงคนเดียว เป็นผู้ช่วยเหลือในการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ และความถนัดของนักเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล การจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาใช้เหตุผล สื่อความคิดของตนเองออกมาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยภาษาง่ายๆ แล้วถ่ายทอดออกมาเป็นภาษาเขียนที่มีความชัดเจนรัดกุม และมีการแนะนำให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตัวเองหรือเป็นกิจกรรมกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง ซึ่งประกอบด้วยความคิดมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ การตัดสินใจและการแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังเป็นรูปแบบที่สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเสนอแนะให้นำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่างๆ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งตรงกับภาษาอังกฤษว่า Inquiry Cycle หรือวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (สมบัติ การजारักพงศ์และคณะ, 2549) เป็นรูปแบบที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนำมาเสนอแนะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนเอง โดยครูเป็นผู้กระตุ้นอำนวยความสะดวก ชักถามและจัดสถานการณ์ให้เหมาะสมกับความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและเชื่อมโยงความรู้เองจนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายเก็บไว้ในหน่วยความจำระยะยาวเหมาะสมในการนำมาพัฒนาทักษะการคิดของเด็กไทยได้ ซึ่งวิธีการสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าว ได้ยึดตามแนวทางของนักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) โดยเสนอขั้นตอนในการเรียนการสอนเป็น 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) และ 5) ขั้นประเมิน (Evaluation Phase) ซึ่งการจัดกิจกรรมหากดำเนินการครบทั้งวงจรจะเป็นประจำจะทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่นักเรียนนอกจากนี้ขั้นขยายความรู้เป็นขั้นตอน ที่สำคัญ จะช่วยทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ที่เพิ่งค้นพบนั้นไปสู่ปัญหาใหม่ที่สงสัยหรือน่าสงสัย นำไปสู่การสำรวจและค้นหาเสาะหาความรู้ต่อไปไม่หยุดยั้ง ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดให้ลึกซึ้งหรือกว้างไกลมากขึ้นกว่าเดิม

จากแนวคิดและเหตุผลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าสาระการเรียนรู้ เรื่อง จำนวนและพีชคณิต ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญในรายวิชาคณิตศาสตร์และจำเป็นอย่างยิ่งในการต้องรับพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องนี้มากยิ่งขึ้น ในการแก้ปัญหา นั้นการใช้การจัดการเรียนรู้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาความรู้ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสอง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยคาดว่าเป็นแนวทางให้ครูจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตลอดจน ส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้เป็นไปตามเกณฑ์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนกับหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) กับเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเลยอนุกุลวิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ที่กำลังศึกษาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน จำนวน 5 ห้อง รวมทั้งสิ้น 184 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนเลยอนุกุลวิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม จำนวน 1 ห้อง รวม 37 คน

2. การสร้างเครื่องมือ

2.1 การสร้างแบบทดสอบ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสอง

2.1.1 ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบ

2.1.2 ศึกษาหลักสูตร เกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้ วิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสอง

2.1.3 สร้างแบบทดสอบ เขียนข้อสอบวัดเนื้อหาเรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสอง ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน เป็นปรนัย 4 ตัวเลือก เกณฑ์การให้คะแนน ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน

2.1.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามมาตรฐานการเรียนรู้ และตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยพิจารณาว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ นำมาค่า IOC ซึ่งค่า IOC ที่ใช้ได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ผลปรากฏว่า ค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00

2.1.5 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ กับประชากรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่เคยเรียนเนื้อหาเหล่านี้แล้ว จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบทดสอบ เพื่อหาค่าดังนี้

1) ค่าความยากง่ายของข้อสอบ ผลปรากฏว่า ข้อสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.30 ถึง 0.63 ถือว่าผ่านเกณฑ์กล่าวคือเกณฑ์ที่ใช้ได้ต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80

2) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ผลปรากฏว่า ข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.15 ถึง 0.67 ถือว่าผ่านเกณฑ์กล่าวคือเกณฑ์ที่ใช้ได้ต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 1.00

3) ค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR-20 ผลปรากฏว่าค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.83

2.2 แผนการจัดการเรียนการสอนเรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสอง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

2.2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และได้ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา ของโรงเรียนเลยอนุกุลวิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.2.2 วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาสรุปสาระการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ที่ต้องเรียนในภาคเรียน

2.2.3 ศึกษาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จากเอกสารตำราและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ

2.2.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสอง ระหว่างข้อเรื่อง ตัวชี้วัด และจำนวนชั่วโมงที่ใช้สอน

2.2.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวน 5 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง ไม่รวมเวลาทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การแยกตัวประกอบของพหุนามที่อยู่ในรูปผลบวกของกำลังสาม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การแยกตัวประกอบของพหุนามที่อยู่ในรูปผลต่างของกำลังสาม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสาม(1)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสาม(2)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสาม(3)

2.2.6 นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจน ความเป็นไปได้ ความเหมาะสมของมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง

2.2.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะ

1) ด้านเนื้อหาสาระ เพิ่มเนื้อหาที่เกี่ยวข้องตามชั้นต่างๆ ให้เห็นรายละเอียด ควรเขียนให้สื่อความหมายเข้าใจง่าย

2) ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ควรระบุรูปแบบการสอนให้เห็นชัดเจน ควรมีความหลากหลาย

3) ด้านการวัดและประเมินผล เกณฑ์การให้คะแนนยังไม่ครอบคลุม

2.2.8 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ พิมพ์เป็นฉบับที่สมบูรณ์ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเลยอนุบาลวิทยาต่อไป

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ การหาความถี่ และร้อยละ

3.2 การวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) และการวิเคราะห์การกระจายของข้อมูล ได้แก่ การหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจ

1.00 – 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

1.51 – 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

2.51 – 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

3.51 – 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

4.51 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

3.3 การวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเลยอนุบาลวิทยา ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ได้แก่ สถิติที่ที่เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent samples t-test)

3.5 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเลยอนุบาลวิทยา ระหว่างหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) กับเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 ได้แก่ สถิติที่ที่กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวเทียบกับเกณฑ์ (One sample t-test)

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้เป็นไปตามเกณฑ์

จำนวนนักเรียน	ผลรวมของคะแนน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)		ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)
	ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	
37	211	520	0.5841

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.58 หรือคิดเป็นร้อยละ 58.41

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ระหว่างก่อนกับหลังเรียน

การทดสอบ	\bar{X}	S.D.	ΣD	\bar{D}	t-test	Sig.
ก่อนเรียน	5.70	1.79	8.35	2.11	24.06*	0.0000
หลังเรียน	14.05	1.68				

*p-value < .05

จากตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ระหว่างก่อนกับหลังเรียน พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองหลังได้รับแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ระหว่างก่อนกับหลังเรียน กับเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	% of Mean	t-test	Sig.
หลังเรียน	37	20	14.05	1.68	72.27	0.20*	0.04231

*p-value < .05

จากตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของ พหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ระหว่างก่อนกับหลังเรียน กับเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 พบว่า การทดสอบหลังเรียนของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 14.05 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.27 และเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์กับคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สรุปได้ว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1.ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้			
1.1 มีอิสระในการเรียนรู้	4.19	0.70	มาก
1.2 บรรยากาศในการเรียนน่าสนใจ สนุกสนาน น่าเรียน	4.29	0.68	มาก
1.3 นักเรียนกล้าแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความคิดเห็นกับครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน	4.17	0.63	มาก
2. ด้านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)			
2.1 กิจกรรมมีความน่าสนใจท้าทายให้อยากเรียนรู้	4.23	0.72	มาก
2.2 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนกล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออก	4.29	0.68	มาก
2.3 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมและเข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้ง	4.17	0.63	มาก
2.4 นักเรียนอยากใช้กิจกรรมแบบนี้กับเนื้อหาอื่นๆ	4.10	0.54	มาก
2.5 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง	4.12	0.68	มาก
3. ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้			
3.1 นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	4.32	0.67	มาก
3.2 นักเรียนเกิดความมั่นใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้	4.53	0.68	มากที่สุด
3.3 นักเรียนทำงานได้อย่างมีระบบและรอบคอบ	4.15	0.65	มาก
3.4 นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล	4.20	0.20	มาก
3.5 นักเรียนรู้จักและอยากช่วยเหลือผู้อื่นมากขึ้น	4.05	0.84	มาก
3.6 นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสามารถหาคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง	4.27	0.71	มาก
ภาพรวม	4.22	0.64	มาก

จากตาราง 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีคะแนนเฉลี่ย 4.22 และทุกข้อยังได้คะแนนเกิน 3.50 อีกด้วย

อภิปรายผล

1. ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.58 หรือคิดเป็นร้อยละ 58.41 ซึ่งหากค่าได้จากผลต่างของร้อยละผลรวมของคะแนนหลังเรียนและร้อยละผลรวมของคะแนนก่อนเรียนหารด้วยผลผลต่างของหนึ่งร้อยและร้อยละผลรวมของคะแนนก่อนเรียน โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.00 หรือคิดเป็นร้อยละ 100

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ระหว่างก่อนกับหลังเรียน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 1 สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นวิธีที่นักเรียนไม่คุ้นเคย จึงทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนเพื่อหาคำตอบที่อยากรู้ สืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดความสุขสนุกสนานในการทำงาน ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้จากการเรียนรู้สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย (ศรีวิภา พูลเพิ่ม, 2561: 55-58) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ่อกรวิทยา

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแผนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนโดยวิธีดังกล่าว มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ผลสรุปจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่อง ความน่าจะเป็นได้ดีขึ้น และ จิรภา นุชทองม่วง (2558) ได้ทดลองกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง การหาพื้นที่โดยใช้กระดาษตารางในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสว่างวิทยา จังหวัดนครปฐมโดยมีนักเรียนที่ใช้ในการทดลองจำนวน 30 คน พบว่า การใช้กระดาษตารางร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 73.47 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญ .05

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ระหว่างก่อนกับหลังเรียน กับเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 พบว่า การทดสอบหลังเรียนของชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 14.05 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.27 และเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สรุปได้ว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 2

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีคะแนนเฉลี่ย 4.22 และทุกข้อยังได้คะแนนเกิน 3.50 อีกด้วยเนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ผ่านการพัฒนามาทำให้บทเรียนมีประสิทธิภาพและเหมาะสม อีกทั้งกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง

สรุปผลการวิจัย

1. ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.58 หรือคิดเป็นร้อยละ 58.41

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของ พหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ระหว่างก่อนกับหลังเรียน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ระหว่างก่อนกับหลังเรียน กับเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 พบว่า การทดสอบหลังเรียนของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 14.05 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.27 และเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สรุปได้ว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีคะแนนเฉลี่ย 4.22 และทุกข้อยังได้คะแนนเกิน 3.50 อีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นการสอนที่ยึดผู้เรียนนี้เป็นสำคัญ ครูควรกำหนดระยะเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสมเพื่อให้การดำเนินกิจกรรมได้ตรงตามเวลาของแผนการจัดการเรียนรู้
2. ครูผู้สอนต้องติดตาม กำกับ ดูแลการทำกิจกรรมอย่างใกล้ชิด
3. สามารถนำการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ไปประยุกต์ใช้กับหัวข้อการเรียนอื่นๆ ได้ตามความเหมาะสม

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ศึกษาการใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) กับเนื้อหาอื่นๆ ที่เหมาะสมในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. ครูสามารถนำจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนในวิชาอื่นๆ หรือระดับชั้นอื่นๆ ได้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จิราภา นุชทองม่วง. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาพื้นที่ โดยใช้กระดานตะปู ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยาสตรมหาบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ ศึกษา ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตปอเรชั่น.
- ทัศนยา เขมมณี. (2545). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประจวบจิตร คำตุรส์. (2535). ประมวลผลการศึกษาและการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ผดุงยศ ดวงมาลา. (2530). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา (ฉบับปรับปรุง) ภาควิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- พิชิต ฤทธิ์เจริญ. (2548). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: แฮสออฟเฟอร์มีส์.
- พิมพ์พันธุ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญแนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ภพ เลหาไฟบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ละมัย วงคำแก้ว. (2557). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการวิเคราะห์และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. คุรุศาสตรมหาบัณฑิต หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- สาโรช โศภีรักษ์. (2546). นวัตกรรมการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: บริษัทบุ๊คพอยท์ จำกัด.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊คส์เซ็นเตอร์.