

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เจริญขวัญ โจนพงศ์สถาพร, สุณิสา สุมิตรณะ และ รุ่งทิวา แยมรุ่ง

สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

*Corresponding author e-mail: charoenkwan.than@g.swu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวนนักเรียน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบแผนการทดลองในครั้งนี้เป็นแบบ one - group pretest – posttest design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน คือ T-test dependent ผลการวิจัยพบว่าความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้, การเขียนบันทึกการเรียนรู้, ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์, ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์



JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION

URL : <http://ejournals.swu.ac.th/index.php/jindedu/issue/archive>

JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION (ISSN: 1905-9450)

FACULTY OF EDUCATION, SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY, Volume 14 No.1 January-June 2020

EFFECTS OF INQUIRY LEARNING AND JOURNAL WRITING ON CONCEPTUAL AND PROCEDURAL KNOWLEDGE OF MATHEMATICS IN LINEAR EQUATION WITH ONE VARIABLE OF MATHAYOMSUKSA I STUDENTS

Charoenkwan Rochanaphongsathaphon, Sunisa Sumirattana and Rungtiwa Yamrung

*Education Science and Learning Management
Faculty of Education, Srinakharinwirot University*

*Corresponding author e-mail: charoenkwan.than@g.swu.ac.th

Abstract

The purposes of this research were to compare conceptual and procedural knowledge of Mathematics of Mathayomsuksa 1 students before and after learning with inquiry learning and journal writing in linear equation with one variable. The subjects of this study were 40 students in Mathayomsuksa 1 which studied in semester 2 academic year 2019 at Suankularb Wittayalai Thonburi school. They were selected by using the cluster random sampling technique. The research instruments which used in this research were lesson plans and conceptual and procedural knowledge of Mathematics in linear equation with one variable test. The research used One Group Pretest-Posttest Design. The statistics procedures used for data analysis were mean, standard deviation and t-test Dependent. The results were student's conceptual and procedural knowledge of Mathematics in linear equation with one variable was higher than before they learn with inquiry learning and journal writing and significantly at the level .01.

Keywords: Inquiry learning, Journal writing, Conceptual knowledge of Mathematics, Procedural knowledge of Mathematics

บทนำ

การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในอดีตเชื่อว่า ถ้านักเรียนสามารถจำสูตร กฎ ทฤษฎีบท ทำตามตัวอย่าง พิสูจน์หรือแก้ปัญหาในหนังสือเรียน และทำข้อสอบได้ ก็ถือว่านักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์แล้ว การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในอดีตจึงเพียงแต่มุ่งให้นักเรียนได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เน้นเนื้อหาและการทำงานตามขั้นตอนหรือกระบวนการที่ครูยกตัวอย่างหรือทำให้ดูเท่านั้น ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถพลิกแพลงในการแก้ปัญหาที่แตกต่างออกไปได้ (วิสุทธิ คงกัลป์, 2558) ซึ่งหากนักเรียนขาดความเข้าใจในความรู้เชิงมโนทัศน์ก็จะส่งผลให้มีกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้องเช่นเดียวกัน (Booth and Koedinger, 2008) สอดคล้องกับบุญเลี้ยง ทุมทอง (2554) ที่กล่าวว่าในการสอนคณิตศาสตร์ หากครูเริ่มต้นจากการสอนขั้นตอนหรือกระบวนการก่อน แล้วจึงสอนให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ของเนื้อหาในภายหลังนั้นอาจมีผลต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระยะยาว เนื่องจากนักเรียนไม่ได้พัฒนาความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ แต่จะจดจำขั้นตอนหรือวิธีการไปใช้เพียงอย่างเดียว ครูจึงควรสอนความรู้เชิงมโนทัศน์ควบคู่ไปกับการสอนความรู้เชิงกระบวนการ เพื่อที่นักเรียนจะเชื่อมโยงได้ว่าขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่ตนเองคุ้นเคยนั้นมีที่มาหรือความหมายอย่างไร และจะนำไปใช้ได้อย่างไร (อัมพร ม้าคนอง, 2559) ซึ่งความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการนั้นต่างก็มีอิทธิพลซึ่งกันและกัน กล่าวคือ เมื่อความรู้ประเภทหนึ่งเพิ่มขึ้น ความรู้อีกประเภทหนึ่งก็จะเพิ่มขึ้นเช่นกัน ทำให้ต้องพัฒนาความรู้ทั้งสองประเภทนี้ไปพร้อม ๆ กัน (Rittle and Robert, 2001) จากคำกล่าวข้างต้นจะเห็นว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างมากต่อความรู้ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา โดยความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนได้มีโอกาสคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ และสร้างความเชื่อมโยงไปพร้อมกับการปรับโครงสร้างของความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ให้สอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ครูจึงไม่ควรรีบบอกความรู้ให้แก่เด็กในทันที แต่ควรใช้วิธีการสอนผ่านการอภิปรายโต้ตอบหรือกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้สรุปมโนทัศน์ด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงพี่เลี้ยงคอยช่วยเหลือประคับประคองให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ถูกต้อง สมบูรณ์เท่านั้น (วิสุทธิ คงกัลป์, 2558) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จึงต้องให้นักเรียนได้สร้างความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการ เทคนิค และทักษะต่าง ๆ ที่หลากหลาย ให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์ที่เรียนรู้ด้วยตนเอง และนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ (ทิศนา แชนมณี, 2560) ให้นักเรียนเรียนรู้มโนทัศน์ของเนื้อหา และสามารถให้คำจำกัดความของมโนทัศน์นั้นด้วยตนเอง (ชนาธิป พรกุล, 2554) และการจะให้นักเรียนเกิดความรู้เชิงกระบวนการที่ลึกซึ้งนั้น นักเรียนต้องมีโอกาสได้ใช้การสังเกตและการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ นอกจากนี้นักเรียนจะต้องมีความรู้เชิงมโนทัศน์ที่ดี เพื่อที่จะได้เข้าใจและสร้างความรู้เชิงกระบวนการได้ดี (Booth and Koedinger, 2008) นั่นคือ เมื่อนักเรียนได้พัฒนา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แล้ว นักเรียนจึงจะสร้างขั้นตอนหรือวิธีการขึ้นจากมโนทัศน์เหล่านั้นด้วยตนเองในภายหลัง อันจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจคณิตศาสตร์ดียิ่งขึ้น (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2554)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้สรุปมโนทัศน์ที่เรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนมีโอกาสดังกล่าวและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ข้างต้น สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกิจกรรมที่มีความผสมผสานระหว่างการสังเกต การใช้คำถาม การค้นคว้าหาข้อมูล (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2554) ซึ่งครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด จากนั้นลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำความรู้ที่ได้มาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยครูมีหน้าที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้นักเรียน (ทิศนา แชนมณี, 2560) ซึ่งการที่นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองนั้นจะทำให้ความรู้ที่ได้คงทนถาวร อยู่ในความทรงจำระยะยาว (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองจะช่วยให้ความรู้คงทน และสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อีกด้วย (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2554)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นการอธิบาย (Explanation) 4) ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นการประเมินผล (Evaluation) (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2561) โดยขั้นตอนดังกล่าวจะทำให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ที่มีกระบวนการ มีเหตุผล และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ฝึกให้นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก กล้าตัดสินใจ มีความรับผิดชอบ และความมุ่งมั่นในการทำงานให้สำเร็จ (สุวิทย์ มูลคำ, 2545) และจากการศึกษาพบว่า การให้นักเรียนได้เขียนอธิบายความเข้าใจของตนเองเป็นแนวทางที่ช่วยในการพัฒนาทั้งความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เนื่องจากการที่นักเรียนจะประมวลข้อมูลและเขียนอธิบายออกมาได้นั้นต้องเกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้เดิม และการเขียนอธิบายยังช่วยอำนวยความสะดวกในการทำความเข้าใจ ความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เพราะจะช่วยให้นักเรียนเห็นลักษณะของโครงสร้างสำคัญของแต่ละตัวอย่างรวมไปถึงโครงสร้างของแต่ละขั้นตอน ซึ่งการฝึกฝนให้นักเรียนได้เขียนอธิบายตนเองนั้นหากมีการกำหนด โครงร่างให้นักเรียนเขียนอธิบายนั้นจะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Rittle, 2017) และนอกจากนี้การเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นประโยชน์ต่อทั้งครูและนักเรียน กล่าวคือเป็นกระบวนการที่ให้นักเรียนได้เขียน ฝึกประเมินตนเองว่าตนเองเข้าใจเนื้อหาส่วนใด และเนื้อหาส่วนใดที่ยังไม่เข้าใจ ทำให้เห็นจุดเด่นและจุดที่ตนเองต้องปรับปรุงแก้ไข และยังทำให้ครูได้ข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนเป็นรายบุคคล และนำข้อมูลเหล่านั้นมาเป็น พื้นฐานในการจัดการเรียนรู้และซ่อมเสริมให้กับนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ รวมถึงได้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของ ตนเองว่าต้องพัฒนาหรือปรับปรุงตรงส่วนใด (บุญเลี้ยง ทูมทอง, 2559) ซึ่งสอดคล้องกับบุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์ (2545) ที่กล่าวว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้มีบทบาทสำคัญในการทำให้นักเรียนได้สะท้อนความคิด วิเคราะห์ อธิบาย ประเมินประสบการณ์เรียนรู้และความสำเร็จ และการเขียนบันทึกการเรียนรู้สามารถนำมาใช้ในการสื่อสารเกี่ยวกับการ เรียนรู้ระหว่างนักเรียนกับครูได้ โดยข้อมูลที่ได้จากการเขียนบันทึกการเรียนรู้จะนำไปช่วยให้นักเรียนปรับปรุง ตนเองจนประสบผลสำเร็จได้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2561)

จากการศึกษาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2561 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ร้อยละ 30.04 และพบว่าในสาระของพีชคณิตมีคะแนนเฉลี่ย เพียงร้อยละ 26.80 ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2562) ซึ่งเนื้อหาเกี่ยวกับพีชคณิตที่ใช้ สำหรับเป็นพื้นฐานในการเรียนต่อยอดสู่เนื้อหาพีชคณิตในระดับชั้นอื่น ๆ คือเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยเป็น เนื้อหาคณิตศาสตร์อยู่ในสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) โดยจัดให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ ตัวแปร นิพจน์พีชคณิต สมการ คำตอบของสมการ การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สมบัติการเท่ากัน และโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) โดยมีนักการศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้แก่ การศึกษาของทองคำ นาสมตรี (2555) ที่ได้วิเคราะห์ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่ามีความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องของสูตร บทนิยาม และสมบัติของเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และยังพบความคลาดเคลื่อนในด้านการตีความ ด้านภาษา ด้านข้อผิดพลาดในเทคนิคการทำ และด้านการใช้ ข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง นอกจากนี้การศึกษานี้ของ ศรีัญญา บุตรวงษ์ (2554) พบว่า รูปแบบของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของ นักเรียนในการเรียนเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมี 2 รูปแบบ ได้แก่ การตีความด้านภาษา และการบิดเบือนทฤษฎี บท กฏ สูตร บทนิยาม และสมบัติ และจากการศึกษาของ Star (2005) พบว่า หากนักเรียนมีความรู้เชิงกระบวนการ ไม่มากนัก นักเรียนมักใช้เพียงแค่กระบวนการพื้นฐานในการแก้สมการเชิงเส้น ซึ่งอาจเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพน้อยเมื่อ เปรียบเทียบกับวิธีอื่น หรืออาจเป็นกระบวนการที่ไม่สามารถแก้สมการได้ หากเป็นโจทย์ที่มีความท้าทายและแตกต่าง ออกไปจากเดิม แต่สำหรับนักเรียนที่มีความรู้เชิงกระบวนการมาก จะสามารถใช้วิธีการหรือกระบวนการต่าง ๆ ในการ แก้สมการได้มากกว่า 1 วิธี สามารถหาคำตอบโดยเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการแก้สมการนั้น ๆ หรือเลือกใช้

กระบวนการที่ใช้ขั้นตอนน้อยกว่า คำนวณได้ง่ายและรวดเร็วกว่า เป็นต้น และจากการศึกษาข้อผิดพลาดในการแก้สมการของ Booth and Koedinger (2008) พบว่านักเรียนมีข้อผิดพลาดในการดำเนินการกับสมการเพียงด้านใดด้านหนึ่งของเครื่องหมายเท่ากับเท่านั้น และมีความผิดพลาดในการแก้สมการเมื่อจำนวนในสมการเป็นจำนวนลบ

จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวจึงเป็นปัญหาที่ควรดำเนินการแก้ไขอย่างยิ่งเพราะความสำเร็จของการเรียนคณิตศาสตร์นั้นขึ้นอยู่กับความเข้าใจในมโนทัศน์ที่ถูกต้องในสิ่งที่ได้เรียนรู้ หากนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีและถูกต้องแล้ว ก็จะสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีด้วยเช่นกัน และเมื่อสร้างให้นักเรียนเกิดความรู้เชิงมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้ว จึงค่อยเน้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้เชิงกระบวนการตามลำดับ (เสนห์ หมายจากกลาง, 2554) จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ว่าสามารถพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างไร และเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
2. เพื่อเปรียบเทียบความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางสำหรับครูวิชาคณิตศาสตร์ในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับนักเรียนมากยิ่งขึ้น อันจะส่งผลให้นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการในวิชาคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น และสามารถต่อยอดความรู้ในระดับชั้นต่อไปได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งผู้ที่สนใจสามารถนำแนวคิดดังกล่าวไปปรับใช้ และพัฒนาให้เหมาะสมกับนักเรียนต่อไป

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และตามหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 14 ห้องเรียน จำนวน 565 คน กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัยธนบุรี ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 40 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) เนื่องจากทางโรงเรียนจัดห้องเรียนโดยละความสามารถ ประชากรทั้ง 14 ห้องเรียน จึงมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับเดียวกัน

ระยะเวลาการดำเนินการ

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในช่วงเดือนธันวาคม 2562 ถึง กุมภาพันธ์ 2563

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้
2. ตัวแปรตาม คือ
 - 2.1 ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การทบทวนวรรณกรรม

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ครูช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น โดยชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2561) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ของนักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Society) เรียกว่า Inquiry Cycle หรือ 5Es มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการทำให้นักเรียนสนใจใคร่รู้ในสิ่งที่จะเรียน ควรมีการเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมกับปัจจุบัน และควรเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนสนใจจดจ่อกับสิ่งที่ศึกษา สงสัย อยากรู้ อยากเห็น และต้องการศึกษาความรู้อย่างลึกซึ้ง

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะ โดยการให้เวลาและโอกาสแก่นักเรียนในการทำกิจกรรมการสำรวจ และค้นหาสิ่งที่นักเรียนต้องการเรียนรู้ตามความคิดเห็นนักเรียนแต่ละคน

ขั้นที่ 3 การอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นหา ครูควรให้โอกาสแก่นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับทักษะหรือพฤติกรรมการเรียนรู้การอธิบายนั้น ให้นักเรียนได้ใช้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ในช่วงเวลาที่เหมาะสมนี้ ครูควรชี้แนะนักเรียนเกี่ยวกับการสรุปและการอธิบายรายละเอียด แต่อย่างไรก็ตามครูควรระลึกอยู่เสมอว่า กิจกรรมเหล่านี้ยังเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นั่นคือนักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายด้วยตัวนักเรียนเอง โดยครูเพียงชี้แนะผ่านทางกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนมีโอกาสอย่างเต็มที่ในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้ชัดเจน และในที่สุดนักเรียนจะสามารถอธิบายความคิดรวบยอดได้อย่างเข้าใจ โดยเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้เดิมและสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นตอนนี้ที่ให้นักเรียนได้ยืนยันและขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่นักเรียนต้องการในกรณีที่นักเรียนไม่เข้าใจหรือยังสับสนอยู่ หรืออาจจะเข้าใจเฉพาะข้อสรุปที่ได้จากการปฏิบัติการสำรวจและค้นหาเท่านั้น เป้าหมายที่สำคัญของขั้นนี้คือครูควรชี้แนะให้นักเรียนได้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จะทำให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะเพิ่มขึ้น

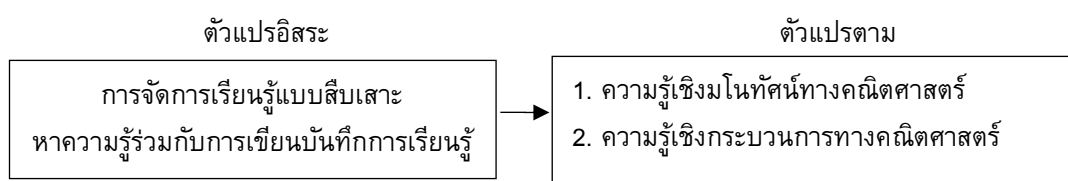
ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) ในขั้นตอนนี้ที่นักเรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการอธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเองระหว่างการเรียนรู้การสอน ในขั้นนี้ครูจะคอยกระตุ้นหรือส่งเสริมให้นักเรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และยังเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของนักเรียนด้วย

การเขียนบันทึกการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนได้วิเคราะห์ และสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเอง ช่วยให้นักเรียนได้ทราบว่าเรียนรู้เกี่ยวกับอะไรบ้าง ไม่รู้เกี่ยวกับอะไรบ้าง ค้นพบปัญหา เพื่อเชื่อมโยงความรู้ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ได้รู้และประสบการณ์เดิม ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจในสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ อีกทั้งช่วยให้ครูได้รับรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ และเจตคติของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เขียนสะท้อนเกี่ยวกับประสบการณ์ หรือสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหา ความรู้สึกต่อการเรียน ข้อเสนอหรือคำถาม โดยสามารถเขียนได้อย่างอิสระและใช้ภาษาของตนเอง ทำให้สามารถตรวจสอบความเข้าใจของตนเองต่อการเรียนรู้ได้ (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2559) นอกจากนี้ Barbara (1996) ได้กล่าวไว้ว่า การเขียนมีอิทธิพลต่อการพัฒนาแนวคิดทางพีชคณิตของนักเรียนเป็นอย่างมาก การเขียนเป็นการทำให้นักเรียนต้องรวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับพีชคณิตต่าง ๆ เพื่ออธิบายความคิดของตนเองออกมา และนอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนได้คิดพิจารณาในสิ่งที่ได้อภิปรายความรู้ร่วมกันในห้องเรียนมากยิ่งขึ้นซึ่งเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ การสอน การประเมินผล และการประเมิน นอกจากนี้การเขียนบันทึกการเรียนรู้ยังมีบทบาทสำคัญในการเป็นเครื่องมือการประเมินตนเองของนักเรียน และในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ควรมีโครงสร้างให้นักเรียนเขียน โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความเข้าใจในโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความเข้าใจในกระบวนการ และส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้สึกและทัศนคติในการเรียน

ความรู้เชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ส่วนของความเข้าใจที่เป็นนามธรรมเกี่ยวกับหลักการต่าง ๆ (Michael and Elsbeth, 2005) เป็นความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างที่มีความเฉพาะเจาะจง โดยโครงสร้างเหล่านี้อยู่ในรูปของความคิดรวบยอด กฎ และทฤษฎีต่าง ๆ หรือแม้แต่การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบที่หลากหลาย (Lauritzen, 2012) และเป็นผลลัพธ์จากการเรียนรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ การอธิบาย และการให้ความหมาย (Khaled, 2014)

ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่ทำให้เราสามารถแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ (Michael and Elsbeth, 2005) และเป็นความรู้เกี่ยวกับการคำนวณ การระบุปัญหา การใช้กฎ กลวิธี และขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ (อัมพร ม้าคนอง, 2559)

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. ความรู้เชิงโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
2. ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นที่ 1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การเขียนบันทึกการเรียนรู้ ความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ขั้นที่ 2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนทั้งสิ้น 10 แผน โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้

2.2 แบบทดสอบ

ผู้วิจัยจัดทำแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 2 ข้อ ซึ่งมากกว่าที่ใช้จริงจำนวน 11 ข้อ และสร้างเกณฑ์การตรวจแบบทดสอบแบบอัตนัย

ขั้นที่ 3 การหาประสิทธิภาพเครื่องมือ

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้

3.1.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อปรับปรุงแก้ไข

3.1.2 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 45 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรมและเวลา

3.1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข

3.2 แบบทดสอบ

3.2.1 นำแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเกณฑ์การตรวจแบบทดสอบแบบอัตนัยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ทำการตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือกความสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดความเหมาะสมทางด้านภาษา และความเที่ยงตรงด้านเนื้อหาของแบบทดสอบ เพื่อลงความเห็นว่าเป็นแบบทดสอบแต่ละข้อสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)

3.2.2 นำคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) แล้วนำมาพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป

3.2.3 นำแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการคัดเลือกตามข้อ 3.2.2 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี จำนวน 50 คน (ที่เคยเรียนเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว) เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.2.4 นำกระดาษคำตอบที่ได้มาตรวจให้คะแนน โดยแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก ให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน และแบบทดสอบแบบอัตนัยตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์ตามที่กำหนด

3.2.5 นำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 1 มาวิเคราะห์เป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยาก (p) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.21- 0.78 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21 ขึ้นไป ให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยคัดเลือกข้อสอบแบบปรนัย มาจำนวน 20 ข้อ และข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 1 ข้อ

3.2.6 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 21 ข้อ ไปทดสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี จำนวน 50 คน (ที่เคยเรียนเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว) เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอริชาร์ตสัน โดยมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.88

3.2.7 จัดทำแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ฉบับสมบูรณ์พร้อมคำชี้แจงในการดำเนินการทดสอบ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

ขั้นที่ 4 การดำเนินการทดลอง

4.1 ก่อนดำเนินการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 1 ข้อ ให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้เวลา 1 คาบ และนำคะแนนที่ได้มาบันทึกผลเป็นคะแนนก่อนการจัดการเรียนรู้เพื่อนำไปทดสอบสมมติฐานต่อไป

4.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยทำหน้าที่ดำเนินการสอนด้วยตนเองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ใช้เวลา 10 คาบเรียน โดยมี การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเขียน และนำมาเป็นข้อมูลสำหรับจัดการเรียนรู้แก่นักเรียนใน คาบเรียนต่อไป

4.3 เมื่อการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ครบเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้เวลา 1 คาบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนในข้อ 4.1

4.4 ผู้วิจัยทำการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แล้วนำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดของ กลุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์ ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานการวิจัย และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ขั้นที่ 5 การวิเคราะห์และประเมินผล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการโดยเปรียบเทียบความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ โดยใช้สถิติ T-test dependent และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้ T-test dependent ดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการเปรียบเทียบความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	n	\bar{X}	S.D.	t	P (1-tail)
ก่อน	40	5.35	1.83	8.70**	.000
หลัง	40	9.30	2.89		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 1 พบว่าความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1

2. ผลการเปรียบเทียบความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้ T-test dependent ดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์	n	\bar{X}	S.D.	t	P (1-tail)
ก่อน	40	6.88	2.19	10.79**	.000
หลัง	40	10.90	2.43		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 2 พบว่าความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2

สรุปและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

1. ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

การศึกษาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นขั้นตอนภายใต้กรอบแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้ออกแบบและจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยผลการทดลองพบว่าความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้และสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนจึงมีโอกาสได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรงผ่านการลงมือปฏิบัติในกิจกรรมต่าง ๆ และสร้างเป็นความรู้เชิงมโนทัศน์ของตนเอง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกการอภิปรายทั้งในกลุ่มย่อยและในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนได้เห็นแนวคิดที่หลากหลาย อีกทั้งยังมีการสื่อสารร่วมกันระหว่างนักเรียนและครูอยู่ตลอดเวลาการปฏิบัติกิจกรรมทำให้การสร้างความรู้เชิงมโนทัศน์ของนักเรียนเป็นไปโดยสะดวก นอกจากนี้นักเรียนยังได้นำความรู้ที่ตนเองค้นพบไปใช้ในการทำโจทย์ที่มีความซับซ้อนและท้าทาย ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในความรู้เชิงมโนทัศน์ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของศศิธร เวียงวະลย์ (2556) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิดหาเหตุผล ลงมือปฏิบัติ สืบค้น ตรวจสอบ เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ ประดิษฐ์สิ่งใหม่ด้วยตนเอง ความรู้ที่ได้จะคงทนถาวรอยู่ในความทรงจำระยะยาว ครูไม่สามารถสร้างได้ แต่ครูเป็นเพียงผู้จัดการให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของปภัสนร แก้วพิลาธมย์ (2555) ที่กล่าวว่า นักเรียนได้เรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ซึ่งเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางและลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง มีความกล้าแสดงออก สามารถทำงานเป็นทีมและมีความสามัคคี และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น นอกจากนี้การเขียนบันทึกการเรียนรู้ยังช่วยให้นักเรียนได้ประมวลผลและทบทวนเกี่ยวกับความรู้เชิงมโนทัศน์ที่นักเรียนได้เรียนรู้ ทำให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมและความรู้ใหม่ที่ได้รับ ทำให้เกิดการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียนเป็นรายบุคคล นักเรียนมีโอกาสได้สะท้อนความคิดของตนเอง ซึ่งข้อมูลจากแบบบันทึกการเรียนรู้จะเป็นข้อมูลให้ครูนำมาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ หรือหากพบข้อมูลจากแบบบันทึกการเรียนรู้ว่านักเรียนยังมีความรู้เชิงมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องก็จะนำข้อมูลดังกล่าวมาสอนทบทวนหรือเน้นย้ำให้มากขึ้น ส่งผลให้ความรู้เชิงมโนทัศน์ของนักเรียนเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของนิกุล ชุ่มมัน (2562) ที่กล่าวว่า การที่ครูมีความตั้งใจ สนใจ และมีความรับผิดชอบในการทำงานของนักเรียนอย่างใกล้ชิด ถ้านักเรียนคนใดมีปัญหา ครูจะทำการช่วยเหลือ คอยให้คำแนะนำ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข จะส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและจดจำในสิ่งที่ปฏิบัติได้เป็นอย่างดี และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ivey (2017) ซึ่งกล่าวว่า การเขียนมีบทบาทในการเข้าใจมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้ปัญหาของ

นักเรียน การเขียนบันทึกการเรียนรู้ไม่เพียงแต่เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนเท่านั้น แต่ยังมีประโยชน์ต่อครูด้วยเช่นกัน การเขียนบันทึกการเรียนรู้ช่วยให้ครูตระหนักถึงการเข้าใจโมทัศน์ ความรู้สึก และทัศนคติต่อการเรียนของนักเรียน และสร้างความสัมพันธ์และการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียน นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลประกอบการเตรียมการจัดการเรียนการสอน และเป็นข้อมูลในการประเมินความเข้าใจของนักเรียน ดังนั้นการเขียนบันทึกการเรียนรู้จึงไม่เพียงแต่เป็นหนึ่งในโลกวิธีที่จะช่วยให้นักเรียนสื่อสารความคิดของตนเองออกมา แต่ยังทำให้ครูได้ติดต่อกับนักเรียนทุกคนอย่างทั่วถึง และทำให้นักเรียนได้สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

2. ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองจากการปฏิบัติในกิจกรรมต่าง ๆ ในชั้นเรียนทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองในทุก ๆ ขั้นตอน รวมถึงได้มีโอกาสอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนต่าง ๆ ระหว่างกลุ่มย่อยและชั้นเรียน โดยมีครูคอยให้คำแนะนำหรือชี้แนะ จึงส่งผลให้นักเรียนมีความรู้เชิงกระบวนการที่ชัดเจนและถูกต้อง และนำความรู้เชิงกระบวนการนั้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้ได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับงานวิจัยของสุจินต์ บุญพัฒนาภรณ์ (2558) ที่กล่าวว่า การที่ให้ตัวแทนนักเรียนในแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอเพื่อให้นักเรียนได้ทราบถึงแนวคิดที่แตกต่างของเพื่อนกลุ่มอื่น และหากนักเรียนนำเสนอไม่ชัดเจนครูจะใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้เกิดความชัดเจน และสอดคล้องกับงานวิจัยของจรรยา จำปาหอม (2555) ที่พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น นอกจากนี้การเขียนบันทึกการเรียนรู้ยังช่วยให้นักเรียนได้ประมวลความคิดและเขียนอธิบายแนวคิดของตนเองอย่างเป็นขั้นตอน และยังช่วยให้นักเรียนได้สะท้อนกระบวนการทำงานของตนเอง ซึ่งข้อมูลจากการสะท้อนตนเองของนักเรียนจะช่วยให้ครูได้รับข้อมูลของนักเรียนเป็นรายบุคคลในการปรับปรุงการสอนและแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ จึงส่งผลให้ความรู้เชิงกระบวนการของนักเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rittle (2017) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนได้เขียนอธิบายความเข้าใจของตนเองเป็นแนวทางที่ช่วยในการพัฒนาความรู้เชิงกระบวนการ เนื่องจากการเขียนจะช่วยให้นักเรียนเห็นลักษณะของโครงสร้างสำคัญของแต่ละตัวอย่างรวมไปถึงโครงสร้างของแต่ละขั้นตอน นอกจากนี้การเขียนบันทึกการเรียนรู้ยังช่วยให้นักเรียนได้ประเมินตนเอง ทำให้เห็นจุดเด่นและจุดที่ตนเองต้องปรับปรุงแก้ไข และเป็นข้อมูลย้อนกลับแก่ครูในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ สืบเสาะหาความรู้เพื่อสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง จากนั้นเขียนสะท้อนความคิดของตนเองลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งในระยะแรกนักเรียนอาจจะยังไม่คุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้ ทำให้นักเรียนยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็น รวมไปถึงไม่มั่นใจในความคิดของตนเอง แต่เมื่อนักเรียนปรับตัวได้แล้วนักเรียนจะเริ่มมีการเรียนรู้ที่ดีขึ้น และสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองด้วยความมั่นใจ ดังนั้นในระยะแรกครูจึงควรให้คำแนะนำ ชี้แนะและสร้างความมั่นใจให้แก่นักเรียนอย่างใกล้ชิด เช่น การใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นและคุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้มากขึ้น

2. ในแต่ละขั้นตอนนักเรียนควรมีโอกาสในการแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ อย่างเต็มที่ ทั้งระหว่างการปฏิบัติกิจกรรม การอภิปรายภายในกลุ่ม การอภิปรายหน้าชั้นเรียน โดยครูควรใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นให้

นักเรียนแสดงความคิดเห็น และไม่ควรตัดสินว่าความเห็นของนักเรียนนั้นถูกหรือผิด แต่ควรใช้คำถามเพื่อสะท้อนความคิดของนักเรียนว่าถูกต้องหรือเหมาะสมหรือไม่

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนใช้เวลาค่อนข้างมาก ดังนั้นครูจึงควรออกแบบกิจกรรมต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับระยะเวลาและบริบทของนักเรียน

4. ในขั้นตอนของการประเมินผลโดยให้นักเรียนบันทึกการเรียนรู้ลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ในแต่ละคาบ ครูควรวิเคราะห์นักเรียนเป็นรายบุคคล สะท้อนกลับให้นักเรียนได้รับรู้และนำผลที่ได้ไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ในระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อที่จะเป็นการพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง โดยอาจปรับเปลี่ยนกิจกรรมต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับนักเรียนในแต่ละระดับชั้น

2. ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และการให้เหตุผล เป็นต้น

บรรณานุกรม

- Barbara, D. J. (1996). The Write Way: A Look at Journal Writing in First-Year Algebra. *The Mathematics Teacher*, 89(7), 556-560.
- Booth, J. L., & Koedinger, K. R. (2008). Key Misconceptions in Algebraic Problem Solving. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 30(30), 571-576.
- Ivee, G. K. (2017). Investigating College Students' Views on Mathematics Learning Through Reflective Journal Writing. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 6(1), 38-44.
- Khaled, K. H. (2014). Conceptual and Procedural Knowledge of Rational Numbers for Riyadh Elementary School Teachers. *Journal of Education and Human Development*, 3(2), 181-197.
- Lauritzen, P. (2012). Conceptual and Procedural Knowledge of Mathematical Functions. (doctoral dissertation, University of Eastern Finland).
- Michael, S., & Elsbeth, S. (2005). Conceptual and Procedural Knowledge of a Mathematics Problem: Their Measurement and Their Causal Interrelations. Retrieved from https://pdfs.semanticscholar.org/6be8/567558059466305ba179a9b6115840da2b6e.pdf?_ga=2.120640203.2132139823.1587312345-1021944883.1587312345
- Rittle, J. (2017). Developing Mathematics Knowledge. *Child Development Perspectives*, 11(3), 1-24.
- Rittle, J., & Robert, S. S. (2001). Developing Conceptual Understanding and Procedural Skill in Mathematics: An Iterative Process. *Journal of Educational Psychology*, 93(2), 346-362.
- Star, J. R. (2005). Reconceptualizing Procedural Knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, 36(5), 404-411.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

- จรรยา จำปาหอม. (2555). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ (5Es). วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 35(4), 13-19.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิด: ทฤษฎีและการนำไปใช้ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: บริษัทวี. พรินท์ (1991) จำกัด.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2561). 80 นวัตกรรม การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 8). นนทบุรี: พี บาลานซ์ดีไซด์แอนพริ้นติ้ง.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2554). การจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (พิมพ์ครั้งที่ 1). นนทบุรี: สหมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- กิตนา แคมมณี. (2560). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 21). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทองคำ นาสมตรี. (2555). การวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, 4(1), 75-88.
- นิกุล ชุ่มมัน. (2562). รูปแบบการจัดการการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะอาชีพช่างไม้สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 13(2), 26-39.
- บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. (2545). การประเมินการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิดและวิธีการ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานกฤษฎมนตรี.
- บุญเลี้ยง ทุ่มทอง. (2559). ทฤษฎีและการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เอส.พรินต์ติ้งไทย แฟคตอรี.
- บุญเลี้ยง ทุ่มทอง. (2554). การวิจัยการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 1). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปภัสสร แก้วพิลาธมย์. (2555). การศึกษาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 5(3), 39-47.
- วิสุทธิ์ คงกัลป์. (2558). Math League: เทคนิคการสอนรูปแบบใหม่ที่ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศรัญญา บุตรวงษ์. (2554). การวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนาข้าววิทยาคม สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). การจัดการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พรินต์ติ้ง เฮ้าส์.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2562). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2561. สืบค้นจาก http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM3_2561.pdf
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว.
- สุรินทร์ บุญพัฒนาภรณ์. (2558). การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา. วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 9(2), 109-122.

- เสนห์ หมายจากกลาง. (2554). ความรู้เชิงมโนทัศน์: จุดเน้นของการสอนคณิตศาสตร์. MY MATHS, 7(70), 54-59.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2545). 21 วิธีการจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- อัมพร ม้าคนอง. (2559). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.