



การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA ที่ส่งเสริมความสามารถ ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

Learning Activity based EIMA Instructional Model to Enhance the Scientific Explanation Ability and Analytical Thinking of Mathayomsuksa 5 Students

จิรภัทร ศรีระอุดม¹ และกัญญารัตน์ โคจร²

Jiraphat Sriraudom¹ and Kanyarat Cojorn²

ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม^{1,2}

Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Maha Sarakham University^{1,2}

Corresponding author, E-mail: 63010558022@msu.ac.th¹, kanyarat.c@msu.ac.th²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จำนวน 34 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA เรื่อง กรด-เบส จำนวน 8 แผน การจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงคะแนน 4.52-4.69 หมายถึงแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA ที่สร้างขึ้นนั้นมีความเหมาะสมมากที่สุด 2) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบปลายเปิด จำนวน 6 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.50-0.61 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.34-0.71 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดมีค่าเท่ากับ 0.96 3) แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.23-0.67 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.67-0.85 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดมีค่าเท่ากับ 0.83 และ 4) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ เรื่อง กรด-เบส มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.45-0.79 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.48-0.85 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดมีค่าเท่ากับ 0.89 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และสถิติทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ One sample t-test

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA มีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คะแนนการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เคมี เรื่อง กรด-เบส สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA, ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์, การคิดวิเคราะห์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



ABSTRACT

The purposes of this research were to compare scientific explanation ability, analytical thinking and learning achievement on the topic of acid-base of mathayomsuksa 5 students through using EIMA instructional model with the criterion of 70 percent The samples used in this study were 34 students of mathayomsuksa 5/3 in the 2nd semester of 2021 academic year at Yangtaladwittayakarn school. The research instruments included 1) 8 lesson plans by using EIMA instructional model in topic of acid-base. The means are between 4.52 to 4.69 which are in the highest quality criteria. 2) the scientific explanation ability test (open-ended questions). The Index of Item-Objective Congruence (IOC) are between 0.67 to 1.00. The Difficulty Indices are between 0.50 to 0.61. The Discrimination Indices are between 0.34 to 0.71. The Reliability by using Cronbach's Alpha formular (α) is 0.96. 3) the analytical thinking test (four-multiple choice). The Index of Item-Objective Congruence (IOC) are between 0.67 to 1.00. The Difficulty Indices are between 0.23 to 0.67. The Discrimination Indices are between 0.67 to 0.85. The Reliability by using KR-20 formular is 0.83. and 4) the learning achievement test (four-multiple choice). The Index of Item-Objective Congruence (IOC) are between 0.67 to 1.00. The Difficulty Indices are between 0.45 to 0.79. The Discrimination Indices are between 0.48 to 0.85. The Reliability by using Lovett Method is 0.89. Statistics values used in this study consist of means, standard deviation, percentage and one sample t-test.

The results were as follows: Students who have been learning by using EIMA instructional model having higher scientific explanation ability, analytical thinking and learning achievement than 70 percent criteria with statistically significant at the .01 level.

Keywords: EIMA Instructional Model, Scientific Explanation Ability, Analytical Thinking, Learning Achievement



บทนำ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทในการดำรงชีวิตของมนุษย์ จะเห็นได้ว่าประเทศที่มีความมั่นคงและพัฒนาเศรษฐกิจได้ดั้นด้นจะให้ความสำคัญกับการศึกษาและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก มนุษย์ทุกคนจึงต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิด พัฒนาทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมไปถึงสามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ โดยในศาสตร์ของการศึกษาในวิชาวิทยาศาสตร์นั้น การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation) เป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้เพื่อนำมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทางธรรมชาติ (Lehrer & Schuabale, 2006) นอกจากนี้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 5 ประการ ซึ่งสมรรถนะสำคัญประการหนึ่ง คือ ความสามารถในการคิด ของนักเรียนโดยเฉพาะการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจของตนเอง และสังคมได้อย่างเหมาะสม ซึ่งการคิดวิเคราะห์ (Analytical thinking) เป็นความสามารถ ในการจำแนก แยกแยะ องค์ประกอบส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์หรือเรื่องราวต่าง ๆ การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นว่ามีความเชื่อมโยงกันอย่างไร เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น

สำหรับการเรียนการสอนในวิชาเคมีนั้น เป็นวิชาที่มุ่งเน้นเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสาร และสมบัติของสาร โดยมักจะอธิบายการเกิดปรากฏการณ์ใน 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค (Macroscopic level) ระดับจุลภาค (Sub-Microscopic Level) และระดับสัญลักษณ์ (Symbolic Level) ซึ่งการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ มักจะถูกสื่อออกมาผ่านแบบจำลองที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้น ดังนั้นหากนักเรียนเข้าใจแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ก็จะสามารถเข้าใจถึงเหตุผลของการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ จนสามารถคาดการณ์และอธิบายความเป็นไปได้ที่เกิดขึ้น (Prins, Bulte, Van Driel & Pilot, 2008) แต่จากรายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (Self-Assessment Report: SAR) โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ปีการศึกษา 2563 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้และการคิดวิเคราะห์ยังมีผลประเมินอยู่ในระดับที่จำเป็นต้องมีการปรับปรุงและพัฒนา เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งจำเป็นต้องมีทักษะและกระบวนการคิด เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ และทักษะพื้นฐานพร้อมที่จะศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นหรือการทำงานในอนาคต (โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร, 2563) และจากการสัมภาษณ์ครูประจำการที่สอนในรายวิชาเคมีพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละปีที่ผ่านมามีปัญหาในส่วนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงหรือการเกิดปฏิกิริยาในระดับโมเลกุลที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า ทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจซึ่งส่งผลให้การสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ยังไม่เป็นที่ยอมรับในทางวิทยาศาสตร์ หรือการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานยังไม่ถูกต้องเท่าที่ควร รวมถึงการสอบกลางภาคเรียน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีทั้งส่วนปรนัยและอัตนัย พบว่าส่วนที่เป็นอัตนัยนั้นการเขียนตอบเป็นการเขียนตอบโดยการนำความรู้ความจำมาตอบ แต่ไม่สามารถนำทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้อธิบายในสถานการณ์ใหม่ได้ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญมาจากการจัดการเรียนการสอนแบบบรรยายที่ไม่ส่งเสริมหรือกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง จึงส่งผลให้นักเรียนขาดการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และคิดแก้ปัญหาและหากนักเรียนมีความรู้ด้านเนื้อหาทฤษฎีเพียงอย่างเดียว แต่ไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ก็จะไม่เกิดประโยชน์ใด ๆ

จากการศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า แนวทางการสอนที่นำมาใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และการคิดวิเคราะห์นั้นจะต้องเป็นการจัดรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้

ด้วยตนเอง (Constructivism) โดยวิธีการสอนนี้จะให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ สำรวจ ตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง จนทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาก่อให้เกิดจากเชื่อมโยงระหว่างความคิดต่าง ๆ และสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเอง รวมทั้งยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ดังนั้น Schwarz and Gwekwerere (2006) จึงเสนอรูปแบบการจัดการเรียนการสอน EIMA (Engage-Investigate-Model-Apply) ที่ได้ประยุกต์มาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 5E ของ Bybee มีลักษณะเด่น คือเป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากการสืบเสาะหรือระหว่างการสืบเสาะมาอธิบายได้โดยใช้หลักฐาน คือ การสร้างแบบจำลอง จะให้เห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอน EIMA ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) 2) ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigate) 3) ขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย (Model) และ 4) ขั้นประยุกต์ความรู้ (Apply) จากการศึกษาเพิ่มเติมพบว่ารูปแบบการเรียนการสอน EIMA นักเรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาจัดกระทำข้อมูลและนำข้อมูลเหล่านั้นมาสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และหาวิธีการนำเสนอแบบจำลองเพื่ออธิบายความรู้ให้ผู้อื่นสามารถเข้าใจได้ อีกทั้งนักเรียนสามารถนำความรู้ที่เรียนมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง โดยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานเชิงประจักษ์กับการให้เหตุผลที่ลงมือได้ทำผ่านกระบวนการสำรวจตรวจสอบนำไปสู่การลงข้อสรุป ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียน (สุภาวดี เดชสุวรรณศรี, 2561) และรูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีขั้นการสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย ซึ่งการสร้างแบบจำลองเป็นหนึ่งในทักษะทางกระบวนการวิทยาศาสตร์ และเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาความสามารถการคิดวิเคราะห์ โดยการส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนในการจัดลำดับความรู้ และกำหนดโครงสร้างของความรู้อย่างเป็นระบบจากแนวคิดทางกายภาพหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ให้สามารถมองเห็น

เป็นรูปธรรมที่มีความเชื่อมโยงและสัมพันธ์กัน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถขยายความรู้และจดจำความรู้ใหม่นั้นได้ (วนิทร สุภาพ, 2561) จากขั้นตอนที่กล่าวมานั้นกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA เป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีการสืบเสาะหาความรู้ การค้นคว้าหาข้อมูล การสังเกต การคิดวิเคราะห์เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปรายและสรุปเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวจะสามารถพัฒนาให้นักเรียนให้สามารถจัดการปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเองโดยสามารถคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ สมเหตุสมผล มีความรู้ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

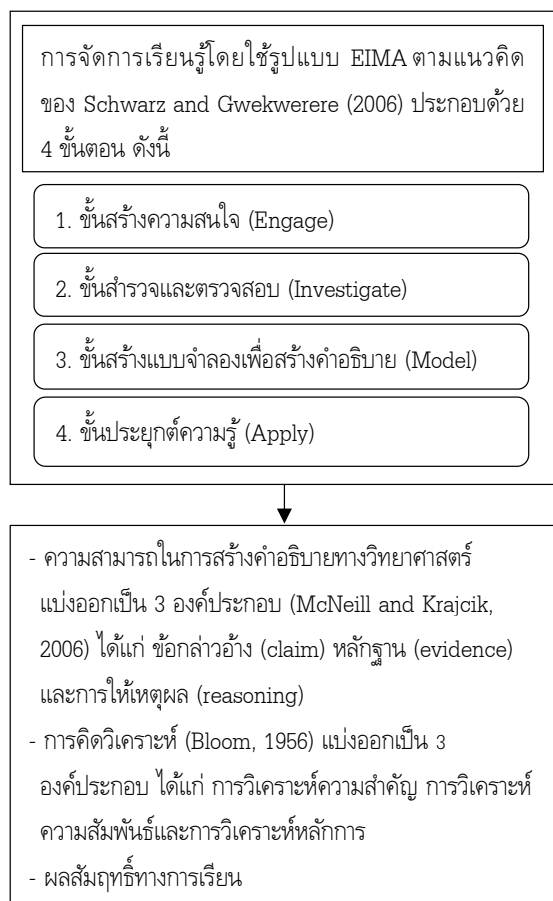
สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA มีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA มีคะแนนการคิดวิเคราะห์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาภาคพิเศษ ที่กำลังเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 6 ห้อง จำนวน 204 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาภาคพิเศษ จำนวน 34 คนที่กำลังเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA เรื่อง กรด-เบส ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) เป็นขั้นกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ โดยครูกำหนดสถานการณ์หรือสถานการณ์ทดลองที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง กรด-เบส 2) ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigate) ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นดำเนินการสำรวจตรวจสอบโดยให้นักเรียนดำเนินการกิจกรรมเป็นกลุ่ม 3) ขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย (Model) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากขั้นสำรวจตรวจสอบมาจัดกระทำข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในขั้นสร้างความสนใจ และ 4) ขั้นประยุกต์ความรู้ (Apply) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำแบบจำลองที่ผ่านการแก้ไขแล้วมาอธิบายหรือทำนายสถานการณ์อื่นที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิม ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA มีจำนวน 8 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงคะแนน 4.52-4.69 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นนั้นมีความเหมาะสมมากที่สุด

3.2 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบปลายเปิด จำนวน 6 ข้อ ซึ่งในแต่ละข้อจะประเมินความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 องค์ประกอบ (ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล) หากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดพบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 มีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.50-0.61 มีค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.34-0.71 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดมีค่าเท่ากับ 0.96

3.3 แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยสร้างให้ครอบคลุมการคิดวิเคราะห์ จำนวน 3 ด้าน (การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ) หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดพบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 มีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.23-0.67 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.67-0.85 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัด มีค่าเท่ากับ 0.83

3.4 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามเนื้อหา ในวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 เรื่อง กรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบพบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 มีค่าความยาก (P) อยู่ในช่วง 0.45-0.79 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.48-0.85 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดมีค่าเท่ากับ 0.89

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นเป็นวิธีวิจัยแบบแผนก่อนแบบทดลอง (Pre-Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว ทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design) (ไพศาล วรคำ, 2562) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 34 คน โดยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

4.1 นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่สร้างขึ้นที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำเสร็จแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

4.2 ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามข้อบกพร่องที่พบก่อนนำแผนการเรียนรู้ไปใช้จริง แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม แล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์

4.3 เตรียมความพร้อมของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ก่อนดำเนินการทดลอง

4.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทดลองใช้และผ่านการประเมินตรวจสอบแล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 10.03 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.58 ร้อยละ 75.74 และมีคะแนนผลรวมทั้ง 3 องค์ประกอบเท่ากับ

28.35 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.76 และเมื่อทดสอบด้วย One Sample t-test พบว่ามีค่า p น้อยกว่า .01 แสดงว่า คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบและโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.5 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบ EIMA ที่สร้างขึ้นจำนวน 8 แผนการเรียนรู้ จำนวน 12 ชั่วโมง โดยปฏิบัติตามกิจกรรมต่าง ๆ ตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA

4.6 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ทดลองใช้และผ่านการประเมินตรวจสอบแล้ว

4.7 รวบรวมผลคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คะแนนการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐานและสถิติทดสอบสมมติฐาน One samples t-test

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ปรากฏดังตารางที่ 1



ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการสร้าง

คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$ (34 คน)	% of mean	S.D.	เกณฑ์ (70 %)	t	p
ข้อกล่าวอ้าง	12	10.03	83.58	1.09	8.40	8.74*	.000
หลักฐาน	12	9.24	76.96	0.92	8.40	5.22*	.000
การให้เหตุผล	12	9.09	75.74	0.93	8.40	4.30*	.000
ผลรวมทั้ง 3 องค์ประกอบ	36	28.35	78.76	2.70	25.20	6.82*	.000

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลจากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แบ่งตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ด้านข้อกล่าวอ้างมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.03 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.58 ด้านหลักฐาน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.96 ด้านการให้เหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.09 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.74 และมีคะแนนผลรวมทั้ง 3 องค์ประกอบ เท่ากับ 28.35 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.76 และเมื่อทดสอบด้วย One Sample t-test พบว่ามีค่า p น้อยกว่า .01 แสดงว่า คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบและโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คะแนน

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA เทียบกับร้อยละ 70 ของคะแนน

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์การคิดวิเคราะห์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

องค์ประกอบการคิดวิเคราะห์	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$ (34 คน)	% of mean	S.D.	เกณฑ์ (70 %)	t	p
ด้านวิเคราะห์ความสำคัญ	10	8.03	80.29	1.24	7	4.83*	.000
ด้านวิเคราะห์ความสัมพันธ์	10	7.97	79.71	1.24	7	4.56*	.000
ด้านวิเคราะห์หลักการ	10	7.74	77.36	1.19	7	3.61*	.000
ผลรวมทั้ง 3 ด้าน	30	23.74	79.12	3.75	21	4.77*	.000

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลจากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์แบ่งตามองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านวิเคราะห์ความสำคัญ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.03 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.29 ด้านวิเคราะห์ความสัมพันธ์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.97 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.71 ด้านวิเคราะห์หลักการ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.74 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.36 และมีคะแนนผลรวมทั้ง 3 องค์ประกอบเท่ากับ 23.74 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.12 และเมื่อทดสอบด้วย One Sample t-test พบว่ามีค่า p น้อยกว่า .01 แสดงว่า คะแนนการคิดวิเคราะห์จำแนกรายด้านและโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

คะแนนเต็ม	$\bar{X}$ (34 คน)	% of mean	S.D.	เกณฑ์ (70 %)	t	p
20	15.18	75.88	2.44	14	2.81*	.008

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลจากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.88 และเมื่อทดสอบด้วย One Sample t-test พบว่ามีค่า p น้อยกว่า .01 แสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบและโดยรวมสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากชิ้นสำรวจตรวจสอบมาจัดกระทำเพื่อสร้างแบบจำลอง โดยนำข้อมูลที่สืบค้นได้มาพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม จากนั้นนำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้และหลักฐาน ข้อเท็จจริงต่าง ๆ นำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐานหรือข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้น รวมถึงนำไปอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องและเห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งแบบบันทึกกิจกรรมที่แจกให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นั้นก็ทำกิจกรรมถูกออกแบบให้มีข้อความของการระบุข้อกล่าวอ้าง การระบุหลักฐานและการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการทำปฏิบัติการทดลองและปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้อง สอดคล้องกับ Schwarz and Gwekwerere (2006) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนสร้างแบบจำลองได้ด้วยตนเอง นักเรียนจะสามารถนำมาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ และการที่ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ประเมินความสอดคล้องของแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นกับหลักฐานที่เป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ ส่งผลให้เกิดการโต้แย้งความรู้ภายในกลุ่มเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของเหตุการณ์ที่จะอธิบาย ทำให้เกิดการแก้ไขผลงานเพื่อพัฒนาผลงานให้ดียิ่งขึ้นและมีความเข้าใจจน (สุรรัตน์ จัยกระยาง, 2553) แต่จากตารางการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลมีคะแนนน้อยที่สุด เนื่องจากการให้เหตุผลที่ต้นนั้นควรแสดงถึงการอธิบายจากหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้อง ซึ่งจากการตรวจแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถเขียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างได้ตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ตั้งไว้ ซึ่งชี้ให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถระบุหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและเพียงพอที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างและไม่สามารถให้เหตุผลได้ว่าหลักฐานที่ใหม่นั้นสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างไร สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Ruiz-Primo, et al., (2010)

ที่ศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่แสดงการให้เหตุผลเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานและมีนักเรียนเพียงร้อยละ 18 ที่สามารถเขียนคำอธิบายได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 3 องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA จึงส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ สอดคล้องกับ Berland and Reiser (2009) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองแล้วนำความรู้ไปใช้ในการอธิบายหรือลงข้อสรุปต่าง ๆ โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผล จะส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ครบทุกองค์ประกอบ

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA มีการคิดวิเคราะห์ที่จำแนกรายด้านและโดยรวมสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย และจากผลการดำเนินงานวิจัย พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรง โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสืบค้นด้วยตนเองและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทำให้เกิดการคิดอย่างเป็นระบบนำไปสู่การคิดวิเคราะห์ โดยใช้กิจกรรมที่หลากหลายในการนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและเกิดการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม เกิดการวิเคราะห์เหตุการณ์เพื่อเรียงลำดับความคิดอย่างถูกต้องเหมาะสมก่อนนำไปสู่การสรุปและสามารถนำประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับเทคนิคการสอนคิดวิเคราะห์ของสคูนส์ สิทธิพนนท์ (2552) ที่กล่าวว่า แนวทางการฝึกทักษะการคิดต้องมีการสร้างแรงจูงใจให้พร้อมที่จะเรียนรู้และเกิดการคิดมีการตั้งคำถาม การใช้สถานการณ์เพื่อโยงเข้าสู่การฝึกทักษะการคิด ช่วยให้นักเรียนกระตือรือร้นในการร่วมกิจกรรม นอกจากนี้ระหว่างการทำกิจกรรมมีการแลกเปลี่ยนความรู้และเกิดปฏิสัมพันธ์ทางสังคมภายในกลุ่ม รวมถึงการที่แต่ละกลุ่มได้ลงมือสร้างแบบจำลองจะเกิดการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์และคิดวิเคราะห์หลักการ ซึ่งสังเกตได้จากแบบจำลองที่แต่ละกลุ่มสร้างขึ้นเกิดจากการคิดวิเคราะห์



การจำแนกองค์ประกอบของข้อมูลเพื่อค้นหาความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่รวบรวมได้โดยอาศัยความรู้ในการอธิบายเพื่อให้เกิดความเข้าใจในข้อมูลนั้น ซึ่งสอดคล้องกับเทคนิคการสอนคิดวิเคราะห์ของธันยวิษ วิเชียรพันธ์ และปวีณา จันทรสุท (2556) ที่กล่าวว่า ครูจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักคิดเชื่อมโยงกันระหว่างสิ่งที่เรียนและประสบการณ์การเรียนรู้ นอกจากนี้ต้องสร้างสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกประยุกต์ใช้เนื้อหาที่เรียนในชีวิตประจำวันด้วย แต่จากตารางการเปรียบเทียบคะแนนการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA พบว่า คะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนด้านวิเคราะห์หลักการมีคะแนนน้อยที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการคิดวิเคราะห์ด้านหลักการมีความสลับซับซ้อนมาก นักเรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้นเป็นอย่างดีประกอบกับต้องมีความสามารถในการหาความสัมพันธ์เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงสิ่งที่เกิดขึ้นได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของพัชรี นาคนง (2564) พบว่า คะแนนที่ได้จากการวัดการคิดวิเคราะห์รวมทุกด้าน นักเรียนส่วนใหญ่มีการคิดวิเคราะห์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านตามองค์ประกอบพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการคิดวิเคราะห์ด้านความสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านความสัมพันธ์และด้านหลักการตามลำดับ อีกทั้งรูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีขั้นตอนการสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย ซึ่งการสร้างแบบจำลองเป็นหนึ่งในทักษะทางกระบวนการวิทยาศาสตร์และเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาความสามารถการคิดวิเคราะห์ โดยการส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนในการจัดลำดับความรู้อย่างเป็นระบบให้สามารถมองเห็นเป็นรูปธรรมที่มีความเชื่อมโยงและสัมพันธ์กัน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถขยายความรู้และจดจำความรู้ใหม่นั้นได้ (วนิธร สุภาพ, 2561)

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA มีลักษณะเด่นคือ เป็นการจัดรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการนำเข้าสู่บทเรียน

โดยผู้สอนตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมามีส่วนร่วมในการสันทัดทำการทดลอง ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการทำกิจกรรม นักเรียนช่วยกันสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม ทำให้บรรยากาศในห้องเรียนไม่เบื่อหน่าย และนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การสำรวจตรวจสอบ การจัดกระทำข้อมูลและสามารถนำความรู้ที่ได้มาสร้างเป็นแบบจำลองเพื่อนำไปสู่ขั้นตอนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Schwarz and Gwekwerere, 2006) โดยการสร้างแบบจำลองถือเป็นหนึ่งในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการนำเสนอแนวคิดที่สามารถมองเห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น ซึ่งการเรียนวิชาเคมีนั้น มีเนื้อหาเป็นนามธรรมซับซ้อน เมื่อใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนรู้จะทำให้คำอธิบายหรือปรากฏการณ์ที่เป็นนามธรรมกลายเป็นรูปธรรม (ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2558) สังเกตได้จากการที่นักเรียนแต่ละกลุ่มเมื่อสร้างแบบจำลองสำเร็จแล้ว จะสามารถนำแบบจำลองไปอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากตัวอย่างการทดลองในชั้นสร้างความสนใจ ส่วนครูมีการใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้นนักเรียนให้เกิดคำถามและเกิดการระดมความคิด ทำให้นักเรียนรู้จักการใช้เหตุผลมาประกอบการพิจารณาการสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้จะทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาเคมีได้ดี สอดคล้องกับที่สุทธิชาติ เปรมกมล (2560) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง ผู้เรียนจะใช้แบบจำลองในการแสดงความคิดเห็นความเข้าใจที่มีต่อปรากฏการณ์โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์มาสนับสนุนให้สามารถนำไปสู่การสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้นและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA ที่มีการสร้างแบบจำลองสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของธีระศักดิ์ ไชยสัจย์ (2560) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องอะตอมและโครงสร้างอะตอม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนควรพิจารณาเนื้อหาบทเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน จัดเรียงตามลำดับเนื้อหา และความเหมาะสมของเนื้อหาที่เหมาะสมกับการสร้างแบบจำลองประเภทต่าง ๆ และให้นักเรียนได้มีโอกาสในการเลือกใช้ และสร้างแบบจำลองที่หลากหลายตามความเหมาะสม

1.2 ในตอนเริ่มต้นนักเรียนอาจไม่คุ้นเคยหรือไม่รู้จักแบบจำลอง ครูผู้สอนจึงควรมีการเตรียมความพร้อม เช่น อาจมีการอธิบายหรือแสดงตัวอย่างของแบบจำลอง เพื่อเป็นแนวทางสำหรับนักเรียนในการสร้างและเลือกใช้แบบจำลองได้อย่างเหมาะสม

1.3 ในขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย ครูผู้สอนควรกำหนดข้อตกลง หรือกำหนดประเด็นในการสร้างแบบจำลองให้ชัดเจน เพราะในระหว่างกระบวนการสร้างแบบจำลอง นักเรียนอาจคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ เช่น การใช้เวลามากในการตกแต่งแบบจำลองให้สวยงามมากกว่าคำนึงความเหมาะสม และความถูกต้องของแบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรพัฒนาการจัดการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบ EIMA ให้มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ย่อยลงเพื่อให้เหมาะสมกับชั่วโมงที่เป็นคาบเดียวมากขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้มีเวลาทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้เต็มที่

2.2 ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจใช้ระเบียบวิธีวิจัยประเภทวิจัยเชิงปฏิบัติการ ที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายให้ดีขึ้น และใช้วิธีการที่จะสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลในเชิงลึกกว่านี้ เช่น แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ เพื่อศึกษาพัฒนาการความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นระยะ ๆ

เอกสารอ้างอิง

- ธัญวิษ วิเชียรพันธ์ และปวีณา จันทร์สุข. (2556). รายงานโครงการพัฒนาความร่วมมือเพื่อเสริมสร้างทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชนไทยเพื่อเตรียมความพร้อมสู่ประชาคมอาเซียน. กรุงเทพฯ: สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน (สสค.).
- ธีระศักดิ์ ไชยสัตย์. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมขยายโอกาสจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. ใน การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 19. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พัชรี นาคผง. (2564). การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิค STAD. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร, 19(1), 176-189.
- ไพศาล วรคำ. (2562). การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 9). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, 1(1), 97-124.
- โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร. (2563). รายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (Self-Assessment Report: SAR). กาฬสินธุ์: โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร.
- วนิธร สุภาพ. (2561). ผังโมทัศน์: เครื่องมือสำคัญสำหรับการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ, 8(14), 1-14.



- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546).
 สารการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้
 คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตร
 การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 (พิมพ์ครั้งที่ 2).
 กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2552). นวัตกรรมการเรียนการสอน
 เพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน (พิมพ์ครั้งที่ 3).
 กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิควิธีคิด.
- สุทธิชาติ เปรมกมล. (2560). ผลของการใช้การสืบสอบเน้น
 แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้าง
 คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลของนักเรียน
 มัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*,
 12(1), 259-274.
- สุภาวดี เดชสุวรรณธัมม์. (2561). การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ
 การเรียนการสอน EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์ความสามารถ
 ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารใน
 ชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.
วารสารบัณฑิตวิทยาลัยพิษณุพนธ์, 13(2), 223-232.
- สุริรัตน์ จัยกระยาง. (2553). ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน
 EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศและความสามารถ
 ในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.
วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม, 14(1), 286-298.
- Berland, Leema & Reiser, Brian. (2009). Making Sense of
 Argumentation and Explanation. *Science
 Education*, 93(1), 26-55.
- Bloom. (1956). Taxonomy of Educational Objectives:
 The Classification of Educational Goals.
Handbook I, Cognitive Domain. New York:
 Longman.
- Lehrer, R., & Schuable, L. (2006). Cultivating Model-
 Based Reasoning in Science Education.
Handbook of the learning sciences. New York,
 USA: Cambridge University Press.
- McNeill, K. & Krajcik, J. (2006). Supporting Students'
 Constructions of Scientific Explanation
 through Generic versus Context-Specific Written
 Scaffolds. *Paper presented at the American
 Educational Research Association annual
 meeting*, San Francisco, CA.
- Prins, G. T., Bulte, A. M. W., Van Driel, J. H., & Pilot, A.
 (2008). Selection of Authentic Modelling Practices
 as Contexts for Chemistry Education.
International Journal of Science Education, (30)14.
- Ruiz-Primo, Maria & Li, Min & Tsai, Shin-Ping &
 Schneider, Julie. (2010). Testing one premise of
 scientific inquiry in science classrooms:
 Examining students' scientific explanations and
 student learning. *Journal of Research in Science
 Teaching*, 47(5), 583-608.
- Schwarz, C. V., & Gwekwerere, Y. N. (2006). Using A
 Guided Inquiry and Modeling Instructional
 Framework (EIMA) to Support Preservice K-8
 Science Teaching. *Science Education*, 91(1), 158-186.