



การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC EXPLANATION ABILITY USING MODEL-BASED INQUIRY

Received: May 12, 2025

Revised: July 2, 2025

Accepted: July 14, 2025

ธนวรรณ เทียนศรี^{1*}, กิตติมา พันธุ์พุกษา², เชษฐ ศิริสวัสดิ์³, ศาณิตา ต่ายเมือง⁴
Thanawan Theansri^{1*}, Kittima Panprueksa², Chade Sirisawat³, Sanita Taimuang⁴

*Corresponding author, Email: thanawan.thean@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 38 คน จากโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม วิจัยใช้การวิจัยแบบผสมผสาน โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบอธิบายตามลำดับขั้น ตามแนวคิดของ Creswell & Creswell (2018) เครื่องมือวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าความเหมาะสมตั้งแต่ 4.33–4.55 2) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.70-1.00 และค่าความเหมาะสมตั้งแต่ 4.47-4.80 3) แบบประเมินใบกิจกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความเหมาะสมตั้งแต่ 4.30-4.60 และ 4) อนุทินนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติ ได้แก่ ร้อยละ และค่าที่แบบสองกลุ่มสัมพันธ์ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบ พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกองค์ประกอบ โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้จากกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการการสร้างคำอธิบายต่อสถานการณ์ที่ศึกษาและเรียนรู้ลักษณะของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบต่าง ๆ ทำให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นทั้งในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบ

คำสำคัญ: การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์, การสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

¹ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา

² M.Ed. Student, Science Teaching Program, Faculty of Education, Burapha University

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ดร., คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา, อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

⁴ Asst. Prof., Dr., Faculty of Education, Burapha University, Advisor

⁵ ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ดร., คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

⁶ Asst. Prof., Dr., Faculty of Education, Burapha University, Co-Advisor

⁷ อาจารย์, ดร., โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ”, มหาวิทยาลัยบูรพา, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

⁸ Lecturer, Dr., Piboonbumpen Demonstration school, Burapha University, Co-Advisor

Abstract

This research aimed to investigate the scientific explanation ability of students who received learning by model-based inquiry. This study included 38 students in grade 11 from Chonburi province derived from clusters random sampling. This study was conducted via a mixed methods approach utilizing an explanatory sequential design as proposed by Creswell & Creswell (2018). The research instruments consisted of 1) a model-based inquiry learning plan, with appropriateness scores ranging from 4.33 to 4.55; 2) a scientific explanation ability test, with an Index of item-objective congruence (IOC) ranging from 0.70 to 1.00 and appropriateness scores ranging from 4.47 to 4.80; 3) an assessment form for evaluating students' scientific explanation activities, with appropriateness scores ranging from 4.30 to 4.60; and 4) student journals. For data analysis, quantitative data were analyzed using statistical methods, including percentages and the paired sample t-test. Meanwhile, qualitative data were examined through content analysis. The findings revealed that students' overall ability to construct scientific explanations significantly improved after engaging in the learning process. The post-test mean scores were significantly higher than the pre-test mean scores at the .05 level both overall and every component. The model-based inquiry approach enhance students' ability to construct scientific explanations through activities that promote their understanding of the explanation construction process in the given context, as well as their understanding of the characteristics of scientific explanations in various components. This enables students to improve their scientific explanations both holistically and within each specific component.

Keyword: Scientific explanation, Model-based inquiry

บทนำ

วิทยาศาสตร์เป็นกลไกที่สำคัญในการเปลี่ยนแปลงยุคศตวรรษที่ 21 ในหลาย ๆ ด้าน เนื่องจากความสามารถในการสร้างความเข้าใจและสร้างนวัตกรรมที่มีผลต่อด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และอื่น ๆ อีกทั้งยังช่วยให้เข้าใจและพัฒนาความรู้ในด้านต่าง ๆ เพื่อสร้างโอกาสและปรับปรุงคุณภาพชีวิตในทางที่ดีขึ้นได้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ให้ความสำคัญกับการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นทักษะที่สำคัญที่สะท้อนหรือสื่อถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารความเข้าใจอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยเชื่อมโยงระหว่างคำตอบกับหลักฐานที่ค้นพบประกอบกับเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ให้ได้คำอธิบายที่น่าเชื่อถือในประเด็นคำถามมากกว่าการตอบแบบสั้นๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565)

การส่งเสริมให้นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติถือเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (McNeill & Krajcik, 2008) โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีเป้าหมายให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ จนสามารถอธิบายขยายความเรื่องราวต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) อีกทั้งความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้กำหนดไว้เป็นหนึ่งในสมรรถนะย่อยในการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ในโปรแกรมประเมินสมรรถนะผู้เรียนมาตรฐานสากล (PISA) อย่างไรก็ตาม จากผลการประเมิน พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านวิทยาศาสตร์ที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในระดับนานาชาติ และมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังพบว่าร้อยละ 53 ของจำนวนนักเรียนไทยมีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์จัดอยู่ในระดับ “ต่ำกว่าระดับที่ 2” ซึ่งหมายถึงนักเรียนไม่มีความรู้ความเข้าใจระดับพื้นฐาน และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566) อีกทั้งจากการสัมภาษณ์คุณครูที่ได้ทำการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี พบว่านักเรียนไม่สามารถอธิบายหรือให้เหตุผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ จึงเป็นตัวบ่งชี้ว่านักเรียนไทยอีกจำนวนมากยังต้องได้รับการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานที่สามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้

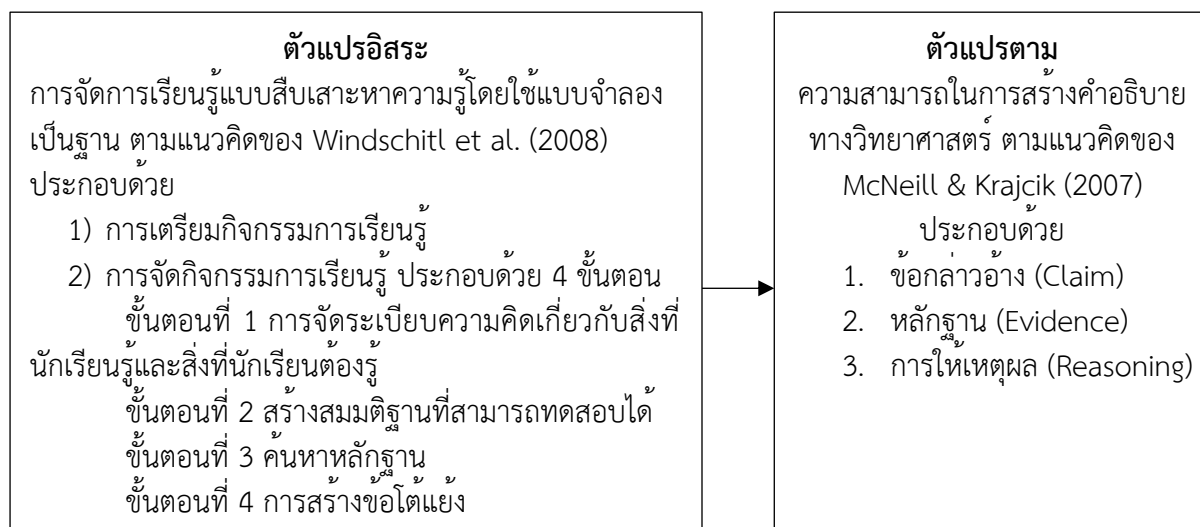
ธรรมชาติของวิชาเคมีมีความเป็นนามธรรมและผู้เรียนมักประสบปัญหาเกี่ยวกับภาษาสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน แบบจำลองจึงเป็นหนึ่งทางเลือกที่ถูกคาดหวังให้นำไปใช้ในห้องเรียนเคมีเนื่องจากแบบจำลองที่สร้างขึ้นจะช่วยให้เห็นปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในแนวคิดทางเคมีทั้ง 3 ระดับ ได้แก่ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ และสามารถเชื่อมโยงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ เพื่อนำไปสู่การใช้ อธิบายเชิงเหตุผลของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ (ชาตรี ฝ่ายคำตา และ ภรติพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2557) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Inquiry: MBI) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ถูกพัฒนาขึ้นจาก Windschitl et al. ในปี 2008 เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้สามารถสร้างคำอธิบายได้โดยใช้แบบจำลองผ่านการสืบเสาะหาความรู้ อีกทั้งแบบจำลองนั้นเป็นสิ่งที่สร้างขึ้นมาเพื่อเป็นตัวแทนความคิดในการสื่อความหมายของข้อมูล ดังนั้น การสร้างแบบจำลองจึงกลายเป็นวิถีของการคิด การอธิบายเรื่องที่เป็นนามธรรมในวิชาเคมี (ชาตรี ฝ่ายคำตา และ ภรติพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2557) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยหลายท่าน พบว่าผู้เรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (พนินดา มีลา และ ร่มเกล้า อาจเดช, 2560; พิชณ สุภาสตรวงศ์, 2563; จิรภัทร ศรีระอุดม, 2565)

จากสภาพปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (MBI) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมี เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับองค์ความรู้ทางเคมีที่ค้นพบจากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยความเข้าใจอย่างเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์ที่น่าเชื่อถือเพื่อสร้างโอกาสและปรับปรุงคุณภาพชีวิตในทางที่ดีขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed methods approach) โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบอธิบายตามลำดับขั้น (Explanatory sequential design) ตามแนวคิดของ Creswell & Creswell (2018) ซึ่งประกอบด้วยการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณเป็นลำดับแรก เพื่อตรวจสอบผลการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากนั้นจึงเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่ออธิบาย ขยายความ และสนับสนุนผลการวิจัยเชิงปริมาณให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 เป็นนักเรียนในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่ละความสามารถ จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวน 120 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/12 จำนวน 38 คน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

2. เครื่องมือวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งสร้างตามแนวคิดของ Windschitl et al. (2008) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ 1) การจัดระเบียบความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนรู้และสิ่งที่นักเรียนต้องรู้ 2) สร้างสมมติฐานที่สามารถทดสอบได้ 3) ค้นหาหลักฐาน 4) การสร้างข้อโต้แย้ง จำนวน 5 แผน รวมเวลาทั้งสิ้น 13 คาบ จากนั้นดำเนินการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าความเหมาะสมตั้งแต่ 4.33 – 4.55 ถือว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด จึงเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้

2.2 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนเมื่อครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเป็นแบบเขียนตอบจำนวน 2 ข้อ ที่มีเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั่วไป และประเมินตามองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้างหลักฐาน และการให้เหตุผล โดยข้อสอบแต่ละข้อจะผ่านการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.70-1.00 และค่าความเหมาะสมตั้งแต่ 4.47-4.80 ซึ่งถือว่าสามารถนำไปใช้ได้และมีความเหมาะสมในระดับมากถึงมากที่สุด ค่าความยาก ตั้งแต่ 0.32-0.46 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.50-0.63 ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ฉบับก่อนเรียนเท่ากับ 0.71 และฉบับหลังเรียนเท่ากับ 0.77 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันของแบบวัดทั้ง 2 ฉบับ เท่ากับ 0.844 โดยมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ถือว่าแบบวัดทั้ง 2 ฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นสูงและมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง

2.3 แบบประเมินใบกิจกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบประเมินที่ประเมินจากใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ เพื่อติดตามความก้าวหน้าของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่ปรับจากแนวคิดของ McNeill & Krajcik (2012) ซึ่งถูกประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่าแบบประเมินใบกิจกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีค่าความเหมาะสมตั้งแต่ 4.30 - 4.60 ถือว่ามีความเหมาะสมระดับมากถึงมากที่สุด

2.4 อนุทินของผู้เรียน เป็นเครื่องมือที่ให้ผู้เรียนแสดงความรู้สึกรู้สึก และความคิดเห็นต่าง ๆ ต่อการจัดการเรียนรู้ โดยการสร้างอนุทินในประเด็นต่าง ๆ ที่ต้องการให้ผู้เรียนเขียน ซึ่งจะถูกนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความชัดเจนของเนื้อหา ความตรงของเนื้อหา และความถูกต้องของการใช้ภาษา

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการขอเอกสารรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์เพื่อใช้เป็นเอกสารประกอบการออกหนังสือขอเก็บรวบรวมข้อมูลกับทางโรงเรียนในจังหวัดชลบุรี และขอความร่วมมือจากโรงเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ จากนั้นชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ ทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน 1 คาบ ดำเนินการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 5 แผน รวม 13 คาบ โดยระหว่างการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เมื่อสิ้นสุดการสอนแต่ละแผนการจัดการ

เรียนรู้แล้วให้นักเรียนเขียนอนุทิน และตรวจใบกิจกรรมโดยใช้แบบประเมินใบกิจกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เมื่อสิ้นสุดการสอนทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้วทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนจำนวน 1 คาบ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามระดับของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบ โดยใช้กรอบแนวคิดของ McNeill & Krajcik (2012) จากองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) หลักฐาน และ 3) การให้เหตุผล มีระดับคะแนน 3 ระดับ แบ่งเกณฑ์การแปลผลคะแนนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ดีมาก (2 คะแนน) ดี (1 คะแนน) และควรปรับปรุง (0 คะแนน) แล้วเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มสัมพันธ์ (Paired sample t-test) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากบันทึกหลังสอน ใบกิจกรรมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และอนุทินของผู้เรียนด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา ตามแนวทางของ มณีญา สุราช (2559) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลจากบันทึกหลังสอนเพื่อสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียนและปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม โดยอ่านบันทึกอย่างละเอียดเพื่อทำความเข้าใจประเด็นสำคัญที่เกิดขึ้นระหว่างการสอนจัดกลุ่มประเด็นสำคัญและสร้างข้อสรุปร่วมที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สำเร็จ และปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการสอน

2. วิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม โดยวิเคราะห์การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากใบกิจกรรม โดยนำคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเขียนมาจัดกลุ่มข้อความเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ตามองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสรุปแนวโน้มและลักษณะของการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

3. การวิเคราะห์ข้อมูลจากอนุทินของผู้เรียน โดยประมวลข้อมูลจากอนุทินของผู้เรียน โดยนำประเด็นปัญหาหรือข้อเสนอแนะของผู้เรียนมาเป็นแนวทางในการแก้ไข ปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำเพื่อนำเสนอประเด็นต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบการบรรยาย

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยวัดความสามารถดังกล่าวด้วยข้อสอบอัตนัย จำนวน 2 ฉบับ แบบคู่ขนาน ฉบับละ 2 ข้อ แต่ละข้อประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ องค์ประกอบละ 2 คะแนน รวมเป็นข้อละ 6 คะแนน คะแนนเต็มแต่ละฉบับเท่ากับ 12 คะแนน ซึ่งเป็นเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยมีผลการวิจัยดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้

องค์ประกอบคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	การทดสอบ	$\bar{x}$	S.D.	df	t	p (2-tailed)
ข้อกล่าวอ้าง	ก่อนเรียน	1.42	0.95	37	5.118*	.000
	หลังเรียน	2.53	0.80			
หลักฐาน	ก่อนเรียน	0.34	0.58	37	6.385*	.000
	หลังเรียน	1.74	0.16			
การให้เหตุผล	ก่อนเรียน	0.03	0.80	37	6.187*	.000
	หลังเรียน	1.11	1.09			
รวมทั้ง 3 องค์ประกอบ	ก่อนเรียน	1.79	1.21	37	8.941*	.000
	หลังเรียน	5.37	1.92			

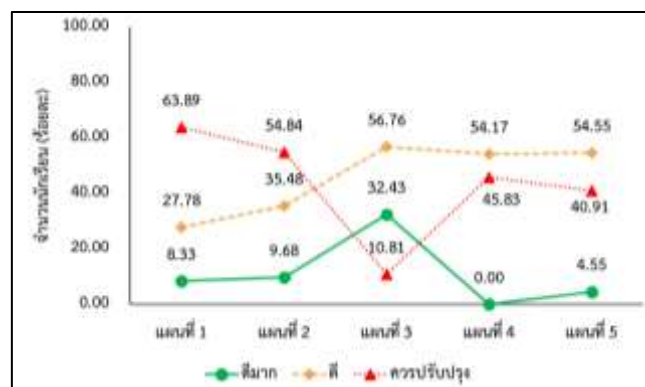
* $p < .05$

จากตารางที่ 1 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นทุกองค์ประกอบ โดยองค์ประกอบหลักฐานมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34.87 รองลงมาคือ ข้อกล่าวอ้าง คิดเป็นร้อยละ 27.63 และการให้เหตุผล คิดเป็นร้อยละ 26.97 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียน โดยทำการทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มสัมพันธ์ (Paired sample t-test) พบว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบ พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกองค์ประกอบ

2. ผลการศึกษาความก้าวหน้าในการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ผู้วิจัยได้ศึกษาความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ใบกิจกรรม มีการใช้สถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นศึกษา และตั้งคำถามให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยพิจารณาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 3 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี ควรปรับปรุง พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนที่มีความสามารถในระดับควรปรับปรุง มีจำนวนร้อยละ 63.89 ระดับดีร้อยละ 27.78 และระดับดีมากร้อยละ 8.33 เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในระดับควรปรับปรุงลดลง ระดับดีและระดับดีมากเพิ่มขึ้น โดยใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในระดับควรปรับปรุงลดลงเหลือเพียงร้อยละ 10.81 ระดับดีเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 56.76 และระดับดีมากเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 32.43 แต่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 และ 5 พบว่า ความสามารถระดับดีและดีมากมีแนวโน้มลดลง ระดับควรปรับปรุงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่เมื่อพิจารณาตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ถึง 5 จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถระดับควรปรับปรุงมีแนวโน้มลดลงจากร้อยละ 63.89 ลดลงเหลือร้อยละ 40.91 ระดับดีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 27.78 เพิ่มขึ้นเป็น 54.55 และระดับดีมากลดลงจากร้อยละ 8.33 เหลือร้อยละ 4.55 ดังภาพที่ 2 และผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากบันทึกหลังสอนและอนุทินของผู้เรียนปรากฏดังตารางที่ 2



ภาพที่ 2 ความก้าวหน้าในการเรียนรู้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนในภาพรวมทั้ง 3 องค์ประกอบ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

แผนที่	การจัดการเรียนรู้	ปัญหา/ข้อจำกัดในการเรียนรู้	แนวทางพัฒนา/ข้อเสนอแนะ	สะท้อนผลจากผู้เรียน
1	นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างได้เนื่องจากเป็นสถานการณ์ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง ค้นหาหลักฐานได้ดีเมื่อมีคำถามกระตุ้นจากครู	- นักเรียนสร้างแบบจำลองที่แสดงถึงการขั้นตอนการทดลอง ซึ่งไม่ได้แสดงถึงความเข้าใจในโมเดลที่ค้นพบของนักเรียน - นักเรียนขาดทักษะการควบคุมตัวแปร	- ครูเพิ่มตัวอย่างแบบจำลองและสมมติฐาน - กำหนดจำนวน/ขอบเขตหลักฐาน - ครูควรเผื่อเวลาการอภิปรายผล	นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายได้เมื่อมีการตั้งสมมติฐานทดลอง และหาหลักฐานด้วยตนเองซึ่งช่วยให้เข้าใจหลักการและ

แผนที่	การจัดการเรียนรู้	ปัญหา/ข้อจำกัดในการเรียนรู้	แนวทางพัฒนา/ข้อเสนอแนะ	สะท้อนผลจากผู้เรียน
	บางคนตอบตามสัญชาตญาณโดยไม่เข้าใจแนวคิดหลัก ครูจึงต้องชี้แนะค่อนข้างมาก	ส่งผลให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน	• ครูอธิบายองค์ประกอบคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจน	สร้างคำตอบได้อย่างมีเหตุผล • ส่วนที่ยากที่สุดคือการสร้างแบบจำลองและการให้เหตุผลเนื่องจากยังไม่คุ้นเคย
2	• นักเรียนส่วนใหญ่ระบุข้อกล่าวอ้างได้เนื่องจากเป็นสถานการณ์ต่อเนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 บางคนแสดงแบบจำลองจุลภาคได้ชัดเจน คำถามของครูกระตุ้นให้นักเรียนคนควาสรางสมมติฐานทดลอง และเชื่อมโยงหลักฐานได้ดีขึ้น	• บางคนเชื่อมโยงความรู้เดิมและองค์ประกอบคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ไม่ครบ • นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในมโนทัศน์เดิม เช่น พันธะไอออนิกและการแตกตัวของเกลือ	• ครูเพิ่มการทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้อง • ครูเน้นองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายให้ชัดเจนขึ้น	• การตั้งคำถามการออกแบบการทดลอง และการมีความรู้เดิมช่วยให้นักเรียนสร้างคำอธิบายได้ดีขึ้น • การสร้างเหตุผลและการเขียนสมการเคมี เป็นขั้นตอนที่ยากที่สุด เพราะต้องใช้ความเข้าใจและทักษะในการเชื่อมโยงทฤษฎีกับหลักฐาน
3	• นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสถานการณ์กับชีวิตจริงเพื่อระบุข้อกล่าวอ้างและตั้งสมมติฐานได้ สามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นโดยเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผลได้เหมาะสม บางคนสามารถเขียนคำอธิบายได้ครบโดยไม่ต้องใช้โครงร่างที่ครูกำหนด	• มโนทัศน์เดิมส่งผลต่อการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายข้อกล่าวอ้าง • ความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับหลักการไทเทรต	• ครูทบทวนความสัมพันธ์ระหว่างจุดสมมูลและจุดยุติ	• นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายฯ ได้ สามารถหาคำตอบเพื่อยืนยันข้อกล่าวอ้าง • การสร้างเหตุผลและแบบจำลองเป็นขั้นตอนที่นักเรียนมีความยากลำบากเนื่องจากต้องใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงข้อมูลและอธิบาย
4	• นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างเบื้องต้นได้จากการเชื่อมโยงมโนทัศน์เดิมจากแผนการจัดการ	• นักเรียนวิเคราะห์ผลการทดลองและเลือกอินดิเคเตอร์ได้ไม่สมบูรณ์	• ครูเพิ่มเวลาสำหรับการสืบค้นและอภิปราย	• นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายฯ ได้ เมื่อค้นหาลักษณะที่ยืนยันสมมติฐานจาก

แผนที่	การจัดการเรียนรู้	ปัญหา/ข้อจำกัดในการเรียนรู้	แนวทางพัฒนา/ข้อเสนอแนะ	สะท้อนผลจากผู้เรียน
	เรียนรู้ที่ 3 สามารถตั้งสมมติฐานและทดลองได้โดยมีครูชี้แนะบางส่วนแต่ความตื่นตัวจากการทดลองทำให้บางคนลืมนักเรียนจุดประสงค์การค้นหาลักษณะและใช้เวลาในการทดลองนานขึ้น	เนื่องจากการแปลความหมายจากกราฟมีความซับซ้อนเกินไป • นักเรียนมีข้อจำกัดด้านทักษะการคำนวณและการแปลความหมายข้อมูล	• ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างเหตุผลในรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้น เช่น การพูด การแสดงบทบาทสมมติ	การทดลอง ซึ่งช่วยให้เรียนรู้หลักการและสร้างคำอธิบายได้ด้วยตัวเอง • การค้นหาหลักฐานและให้เหตุผลยากลำบากเพราะเป็นเทคนิคใหม่ อุปกรณ์บางอย่างนักเรียนไม่คุ้นเคย
5	• นักเรียนไม่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างเบื้องต้น ครูจึงตั้งคำถามกระตุ้นการสร้างสมมติฐานเพื่อนำไปสู่การค้นหาหลักฐานเมื่อแบบจำลองถูกปรับในขั้นสร้างเหตุผลจะมีความชัดเจนจึงปรับปรุงแบบจำลองเพื่ออธิบายได้ดีขึ้น	• หากให้นักเรียนทำคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นการบ้านมักไม่สมบูรณ์เพราะลืมนักเรียนจุดประสงค์หรือเนื้อหา และครูไม่ได้ทบทวนองค์ประกอบคำอธิบายให้ชัดเจน	• ครูเน้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลองที่สะท้อนความคิด • ครูทบทวนองค์ประกอบคำอธิบายก่อนเริ่มกิจกรรมทุกครั้ง	• การลงมือปฏิบัติช่วยกระตุ้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบและนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการอธิบายสถานการณ์ได้ดีขึ้น • บางขั้นตอนมีความยากลำบาก เช่น การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ การสร้างแบบจำลอง
ภาพรวม	• ความเข้าใจในโมโนทัศน์ : ในขั้นตอนการสร้างข้อโต้แย้งนักเรียนบางคนสามารถเชื่อมโยงโมโนทัศน์เดิมได้ดีและสามารถสร้างคำอธิบายได้อย่างเหมาะสม	• ความเข้าใจคลาดเคลื่อนในโมโนทัศน์เดิม : การสร้างแบบจำลองในขั้นตอนการจัดระเบียบความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนรู้และสิ่งที่นักเรียนต้องรู้ ถ้าขาดความเข้าใจพื้นฐานจะส่งผลกระทบต่ออธิบายข้อกล่าวอ้างผ่านแบบจำลองอย่างมีประสิทธิภาพ	• การทบทวนความรู้เดิมและความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด : การทบทวนความรู้เดิมในขั้นตอนการจัดระเบียบความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนรู้และสิ่งที่นักเรียนต้องรู้ นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาที่เกี่ยวข้องและเชื่อมโยงความรู้	• ความสำคัญของการใช้ความรู้เดิม : การทบทวนความรู้เดิมช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้อยู่แล้วกับการทดลองใหม่

แผนที่	การจัดการเรียนรู้	ปัญหา/ข้อจำกัดในการเรียนรู้	แนวทางพัฒนา/ข้อเสนอแนะ เดิมกับการเรียนรู้ใหม่	สะท้อนผลจากผู้เรียน
	การใช้แบบจำลอง : แบบจำลองช่วยให้ลำดับการทดลองได้ดีขึ้นในขั้นตอนการค้นหาลักษณะ แม้บางคนอาจไม่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ตั้งแต่เริ่มต้น แต่เมื่อปรับแบบจำลองแล้วสามารถอธิบายได้ชัดเจนขึ้น	การสร้างและปรับใช้แบบจำลอง : นักเรียนสร้างแบบจำลองได้เบื้องต้นแต่ไม่สามารถเชื่อมโยงกับมโนทัศน์เดิมหรือข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้อง การสร้างแบบจำลองจำเป็นต้องมีความเข้าใจที่ลึกซึ้งในมโนทัศน์พื้นฐานและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การส่งเสริมการสร้างแบบจำลองและสมมติฐาน : แบบจำลองเบื้องต้นช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดและทดสอบสมมติฐานได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น	ความยากลำบากในการสร้างแบบจำลอง : นักเรียนไม่คุ้นเคยกับการสร้างแบบจำลองและยังไม่มีสมาธิในการสร้างแบบจำลองเพื่อสื่อสารมโนทัศน์ของตนเองได้อย่างเป็นรูปธรรม
	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน : นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตั้งสมมติฐานได้โดยเชื่อมโยงสถานการณ์ใกล้ตัวหรือความรู้เดิม การตั้งคำถามจากครูช่วยกระตุ้นให้นักเรียนพัฒนาสมมติฐานได้ดีขึ้น พร้อมทั้งออกแบบและดำเนินการทดลองบางส่วนภายใต้การชี้แนะ การใช้แบบจำลอง ช่วยวางแผนการค้นหาลักษณะอย่างเป็นระบบ และการเปิดโอกาสให้อธิบายปรากฏการณ์ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้าง	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ : นักเรียนไม่สามารถควบคุมตัวแปรได้ดี ส่งผลให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนและมีปัญหาเกี่ยวกับการแปลความหมายข้อมูล รวมถึงทักษะการคำนวณที่ส่งผลต่อการสรุปผลการทดลอง	การให้เวลาสำหรับการอภิปรายและการสืบค้น : การให้เวลาในการอภิปรายผลและการสืบค้นข้อมูลในขั้นตอนการค้นหาลักษณะ และการสร้างข้อโต้แย้งเป็นแนวทางที่สำคัญในการพัฒนาการเรียนรู้เพื่อสร้างคำอธิบาย	กระบวนการค้นหาลักษณะและการทดลอง : การค้นหาลักษณะเพื่อยืนยันสมมติฐานจากการทดลองจากขั้นตอนการค้นหาลักษณะเป็นกระบวนการที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายได้ดีขึ้น

แผนที่	การจัดการเรียนรู้	ปัญหา/ข้อจำกัดในการเรียนรู้	แนวทางพัฒนา/ข้อเสนอแนะ	สะท้อนผลจากผู้เรียน
	หลักฐาน และเหตุผลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น • การส่งเสริมการเชื่อมโยงทฤษฎีกับหลักฐานผ่านการตั้งสมมติฐานและการชี้แนะโดยครู : การตั้งสมมติฐานและการทดลองช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงทฤษฎีกับการปฏิบัติจริงได้อย่างมีเหตุผล โดยมีการกระตุ้นและชี้แนะจากครูเพื่อส่งเสริมการระบุข้อกล่าวอ้างและการสืบค้นหลักฐานอย่างเป็นระบบ		• การทบทวนและเน้นความเข้าใจในองค์ประกอบคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ : ครูควรทบทวนและอธิบายองค์ประกอบคำอธิบายก่อนเริ่มกิจกรรมหรือการอภิปรายในขั้นตอนการสร้างข้อโต้แย้ง จึงทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ประกอบต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล	• ความยากลำบากในการให้เหตุผล : การให้เหตุผลต้องใช้ความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์และการเขียนเชื่อมโยงองค์ประกอบข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้

จากการวิเคราะห์เนื้อหาผ่านแบบบันทึกหลังสอน ใบกิจกรรม และอนุทินของผู้เรียน พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (MBI) ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านกระบวนการเรียนรู้ 2 ส่วน คือ การเตรียมกิจกรรม และการจัดกิจกรรม ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การจัดระเบียบความคิด สร้างสมมติฐาน ค้นหาหลักฐาน และการสร้างข้อโต้แย้ง โดยกิจกรรมเหล่านี้เปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถาม ทดลอง หาหลักฐาน อภิปรายผล และอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นระบบ โดยปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อพัฒนาการของนักเรียน ได้แก่ 1) กระบวนการสืบเสาะช่วยให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล และเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้ชัดเจน 2) กิจกรรมที่เน้นองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ช่วยพัฒนาการอธิบายอย่างเป็นระบบ 3) การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสถานการณ์ใหม่ และ 4) การใช้แบบจำลองช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดและความสัมพันธ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ทั้งนี้ กระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยทักษะทางวิทยาศาสตร์หลากหลาย เช่น การสร้างแบบจำลอง การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งล้วนมีส่วนช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง และสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ

สรุปผลการวิจัย

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบ พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกองค์ประกอบ โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้จากกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการสร้างคำอธิบายต่อสถานการณ์ที่ศึกษาและเรียนรู้ลักษณะของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบต่าง ๆ ทำให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นทั้งในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบ

อภิปรายผลการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry) ตามทฤษฎีสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) จึงช่วยให้นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ตามองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และมีการใช้แบบจำลองเป็นเครื่องมือช่วยสื่อความคิดของนักเรียนทำให้สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทดลอง และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจน ส่งผลให้การเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลมีความสมบูรณ์ตามองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น จึงเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผลสามารถเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานและเหตุผลได้ดีขึ้น ทำให้นักเรียนไม่เพียงแต่ท่องจำข้อมูลหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เท่านั้นแต่สามารถนำความรู้ที่ได้มาประกอบองค์การตัดสินใจและอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ โดยองค์ประกอบที่มีการพัฒนามากที่สุด ได้แก่ หลักฐาน ข้อกล่าวอ้าง และการให้เหตุผล ตามลำดับ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ทุกองค์ประกอบจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนต่าง ๆ ผ่านการสร้าง ทดสอบ และปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเพื่อสืบเสาะหาข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้การระบุข้อกล่าวอ้างเบื้องต้นจากการคาดเดาคำตอบจากการตั้งคำถามต่อสถานการณ์ นำไปสู่การตั้งสมมติฐานเพื่อทดสอบข้อกล่าวอ้างที่ระบุไว้ จากนั้นออกแบบและปฏิบัติการทดลองเพื่อค้นหาหลักฐานในการยืนยันข้อกล่าวอ้าง ตลอดจนการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างและหลักฐานในการสนับสนุนหรือปฏิเสธข้อกล่าวอ้าง อีกทั้งยังใช้กรอบแนวคิด CER ซึ่งย่อมาจาก Claim (ข้อกล่าวอ้าง) Evidence (หลักฐาน) และ Reasoning (การให้เหตุผล) เป็นแนวทางในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เมื่อนำแต่ละองค์ประกอบมาเขียนเรียงเรียงกันจึงทำให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้สมบูรณ์ในทุกองค์ประกอบ

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนในองค์ประกอบต่าง ๆ พบว่า หลักฐาน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนมากที่สุด ซึ่งเป็นการพิจารณาและวิเคราะห์ข้อมูลจากบทความที่กำหนดให้

เพื่อคัดเลือกและใช้มาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างเหมาะสม หากนักเรียนสามารถจำแนกได้ว่าส่วนใดของข้อมูลที่สามารถนำมาใช้เป็นหลักฐานได้ก็จะสามารถแสดงหลักฐานเพื่อประกอบการอธิบายได้สมบูรณ์ (McNeill & Krajcik, 2012; พิชณ สุภาสตรวงศ์, 2563; พิริยะ วรรณไทย, 2564) เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนการสืบเสาะ พิจารณาและคัดเลือกข้อมูลเพื่อให้เป็นหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างชัดเจน มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นถึงการใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ต่าง ๆ ในการทดสอบสมมติฐาน และใช้เป็นส่วนสำคัญในการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองจึงทำให้นักเรียนสามารถในการพิจารณาข้อมูลเพื่อระบุหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างสมบูรณ์ (พัทธ์ธีรา รัตนพันธุ์, 2565) องค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็นลำดับถัดมาคือ ข้อกล่าวอ้าง ซึ่งหมายถึงการระบุคำตอบของสถานการณ์หรือคำถามที่กำหนดไว้ให้ชัดเจน โดยมีลักษณะเป็นข้อความที่กระชับหรือเป็นประโยคสั้น ๆ เพื่อสรุปสาระสำคัญอย่างตรงประเด็น การเขียนข้อกล่าวอ้างในลักษณะนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปคำตอบได้ง่ายที่สุด จึงถือเป็นองค์ประกอบที่ง่ายที่สุดในกระบวนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Ruiz-Primo et al., 2010; พันนิดา มีลา และ ร่มเกล้า อางเดช, 2560; พิชณ สุภาสตรวงศ์, 2563; พิริยะ วรรณไทย, 2564) หากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานมาก่อน หรือสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากบทความและสามารถสรุปใจความเพื่อตอบคำถามได้จะส่งผลให้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น และลำดับสุดท้ายองค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนน้อยที่สุด คือ การให้เหตุผล เนื่องจากการให้เหตุผลเป็นการนำหลักฐานมาสนับสนุนหรือปฏิเสธข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้น โดยแสดงถึงความเชื่อมโยงหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล ทำให้นักเรียนที่ขาดองค์ความรู้ แนวคิด หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาเกิดความยากลำบากในการวิเคราะห์ข้อมูลและไม่สามารถสรุปหลักการทางวิทยาศาสตร์จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้หรือไม่สามารถอธิบายหลักการได้อย่างสมบูรณ์ สอดคล้องกับผลการวิจัยของหลายท่านที่พบว่า องค์ประกอบการให้เหตุผลนั้นเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนได้คะแนนน้อยที่สุดและพัฒนายากที่สุด (McNeill & Krajcik, 2012; พันนิดา มีลา และ ร่มเกล้า อางเดช, 2560) แต่อย่างไรก็ตามองค์ประกอบการให้เหตุผลมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล และมีการฝึกการเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานในการเขียนเรียบเรียงคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนสุดท้าย ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนต้องอธิบายพร้อมยกตัวอย่างแบบจำลองเพื่อสร้างเป็นตัวแทนความคิดให้นักเรียนเข้าใจและเห็นภาพอย่างเป็นรูปธรรม

1.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเน้นให้นักเรียนเก็บข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างหลากหลายและกระตุ้นให้นักเรียนนำเสนอผลการศึกษาออกมาในลักษณะของตาราง กราฟ แผนภาพ เพื่อให้ง่ายต่อการนำหลักฐานมาเชื่อมโยงกับหลักการทางวิทยาศาสตร์

1.3 การใช้สื่อประกอบการเรียนรู้ที่สะท้อนความเชื่อมโยงของสมบัติระดับมหภาคกับสมบัติระดับจุลภาคและระดับสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรพิจารณาศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ "ความสามารถในการสร้างเหตุผลทางวิทยาศาสตร์" และ "ความสามารถในการสร้างแบบจำลองเพื่อสื่อสารโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์" อย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น เนื่องจากเป็นสองส่วนที่นักเรียนยังคงพบความยากลำบากอย่างมีนัยสำคัญ และมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์

2.2 จากการที่งานวิจัยพบว่านักเรียนมีการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลออนไลน์ เช่น Chat GPT และแหล่งข้อมูลอื่น ๆ นอกเหนือจากการทดลอง ซึ่งการเข้าถึงข้อมูลที่หลากหลายนี้เป็นปัจจัยสำคัญในการช่วยให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ อย่างไรก็ตาม ยังพบข้อจำกัดว่านักเรียนยังไม่สามารถกลั่นกรองหรือใช้ข้อมูลจากแหล่งเหล่านั้นได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้น สิ่งที่น่าสนใจศึกษาเพิ่มเติมในอนาคตจึงเป็นการศึกษาการเข้าถึงและการใช้แหล่งข้อมูลดิจิทัล (Digital information access and utilization) ของนักเรียน

2.3 ควรบูรณาการเนื้อหาและกิจกรรมที่เน้นทักษะเชิงคำนวณเข้ากับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เนื่องจากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนบางส่วนยังคงมีข้อจำกัดในการเริ่มต้นการคำนวณ ขาดทักษะในการตีความข้อมูลเชิงตัวเลขที่ซับซ้อน และความสามารถในการตีความข้อมูลซึ่งเป็นข้อจำกัดสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*

(ฉบับปรับปรุง 2560). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

จิรภัทร ศรีระอุดม. (2565). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ EIMA ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* [วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม].

ชาตรี ฝ่ายคำตา, และ ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2557). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 29(3), 86-99.*

พัฒน์ดา มีลา, และร่มเกล้า อาจเดช. (2560). *การสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและการอธิบายทางวิทยาศาสตร์: การส่งเสริมการสร้างความหมายในชั้นเรียน. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 19(3), 1-15.*

พัทธ์ธีรา รัตนพันธุ์. (2565). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านระบบออนไลน์ที่มีต่อการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* [วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม].

- พิริยะ วรรณไทย. (2564). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* [ดุชนิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ].
- พิษณุ ศุภศาสตร์วงศ์. (2563). *การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับภาพเคลื่อนไหว. ศึกษาศาสตร์สารมหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 6(3), 101-115.*
- มณีนุชา สุราษ. (2559). *การวิจัยทางการศึกษา. อุตรธานี: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี. เอกสารการสอน.*
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2565). *การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบ CER (Claim, Evidence, and Reasoning). นิตยสาร สสวท., 47(219). 11. <https://emagazine.ipst.ac.th/219/>*
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2566). *การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2022. <https://pisathailand.ipst.ac.th/news-21/>*
- Creswell, J. W. & Creswell J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed). United States of America: SAGE Publication.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2007). Middle school students' use of appropriate and inappropriate evidence in writing scientific explanations thinking with data. *In Thinking with data* (pp. 233-265). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2008). Science explanation: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Research In Science Teaching, 45, 53-78.*
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2012). *Supporting grade 5-8 students in constructing explanations in science: The claim, evidence, and reasoning framework for talk and writing.* Boston: Pearson.
- Ruiz-Primo, M. A., Li, M., Ayala, C. C., & Shavelson, R. J. (2010). Evaluating students' science notebooks as an assessment tool. *International Journal of Science Education, 32(5), 515-545.*
- Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). *Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations, www.interscience.wiley.com.*