ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลองเรื่องเคมีไฟฟ้าที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

ฐิติรัตน์ ดีเสมอ* และปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์

สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330
*E-mail: thitirat_mink@hotmail.co.th

รับบทความ: 26 เมษายน 2567 แก้ไขบทความ: 23 กรกฎาคม 2567 ยอมรับตีพิมพ์: 28 กรกฎาคม 2567

บทคัดย่อ

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในกระบวนการแก้ปัญหาและการอภิปรายทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเป็นส่วนหนึ่งในเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ปัจจุบัน ซึ่งการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลองเทียบกับเกณฑ์ และ 2) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างจัดการเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 39 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลองและแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างจัดการเรียนรู้จากแบบบันทึกกิจกรรม ผลการวิจัยพบว่าหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลองเรื่องเคมีไฟฟ้า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างสูง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 44.74 คะแนน (ร้อยละ 71.02) แต่ไม่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 69 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยองค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ การสร้างสมมติฐาน และการประเมินหลักฐาน ตามลำดับ และระหว่างจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลองเรื่องเคมีไฟฟ้า นักเรียนกลุ่มที่มีคะแนนสูง กลุ่มคะแนนค่อนข้างสูง และกลุ่มคะแนนปานกลาง พบการเปลี่ยนแปลงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบมีพัฒนาการดีขึ้นในการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 2 4 และ 5 ตามลำดับ

คำสำคัญ: การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง เคมีไฟฟ้า

Effects of Model–Centered Instructional Sequence in Electrochemistry on Scientific Reasoning Abilities of Upper Secondary Students

Thitirat Deesamer* and Parinda Limpanont Promratana

Division of Science Education, Department of Curriculum and Instruction,
Faculty of Education, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand
*E-mail: thitirat_mink@hotmail.co.th

Received: 26 April 2024 Revised: 23 July 2024 Accepted: 28 July 2024

Abstract

Scientific reasoning ability is crucial for students' learning in problem–solving and scientific discussion. It is also a part of the current science education goals. The purposes of this study were to 1) compare the scores of students' scientific reasoning abilities after learning through model–centered instructional sequence (MIS) compared to the criteria, and 2) investigate changes in scientific reasoning abilities during learning through MIS. The target group was 39 Grade–11 students at a senior secondary school. The research tools were the MIS lesson plans and a scientific reasoning ability test. In addition, activity sheets were used to analyze changes in scientific reasoning during learning activities. The results showed that after learning through MIS in electrochemistry, most students had a relatively high level of scientific reasoning ability. The average score was 44.74 points (71.02%). However, the average score was not statistically higher than the criterion score set at 69%. The components with the highest average scores were hypothesis generation and evidence evaluation, respectively. Students in the high, relatively high, and moderate score groups had shown progressive improvements in their scientific reasoning abilities during the second, fourth, and fifth sessions of the MIS in electrochemistry, respectively.

Keywords: Scientific reasoning, Model–centered instructional sequence (MIS), Electrochemistry

บทนำ

เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันให้ความสำคัญกับการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน โดยนักเรียนทุกคนต้องมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (science competencies) บุคคลที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สามารถมีส่วนร่วมในการอภิปรายทางวิทยาศาสตร์ ความยั่งยืน และเทคโนโลยีได้อย่าง

สมเหตุสมผล เพื่อนำไปสู่การลงมือกระทำได้ องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งในองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะประกอบด้วย 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ และ 3) การศึกษาค้นคว้าประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ (IPST, 2024)

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific reasoning) เป็นทักษะกระบวนการคิดหนึ่งที่แสดงถึงความเข้าใจในองค์ประกอบของความรู้ในแนวคิดวิทยาศาสตร์ ความรู้ในขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางญาณวิทยาเกี่ยวกับที่มาของความรู้และกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Osborne, 2013) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแก้ปัญหา และการอภิปรายทางวิทยาศาสตร์ที่มีการเชื่อมโยงที่มาของข้อมูลหลักฐานในการอธิบายสถานการณ์หนึ่ง ๆ (Opitz *et al*., 2017) จึงมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเนื่องจากเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้การดำเนินการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงมีความเชื่อมโยงกับกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยต้องมีการสังเกต ตั้งคำถามจากสิ่งรอบตัว หรือจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ (Zimmerman, 2005) และมีการสร้างและทดสอบสมมติฐาน (Lawson, 2004) ทั้งยังช่วยส่งเสริมกระบวนการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลหลักฐานที่มีอยู่ ก่อนที่จะลงข้อสรุปของความสัมพันธ์นั้น และยังช่วยให้นักเรียนสามารถจัดการกับสถานการณ์ปัญหา ออกแบบการสืบสอบความรู้ด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตจริงได้ (Han, 2013; Zimmerman, 2005)

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งในเชิงวิชาการและในชีวิตประจำวันของนักเรียนโดยทั่วไปยังไม่เพียงพอ และสมควรได้รับการพัฒนา ตัวอย่างเช่นในงานวิจัยต่างประเทศพบว่า นักเรียนมักจะใช้ความคิดเห็นของตนเองมากกว่าใช้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการทดสอบ (Zeineddin, 2010) และใช้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยขาดหลักฐานหรือประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Brown, 2010) สอดคล้องกับงานวิจัยในประเทศไทยที่พบว่า นักเรียนไทยมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ที่ยังไม่ได้ให้ความสำคัญกับการลงมือปฏิบัติ หรือการฝึกฝนวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียน (Piraksa, 2014) และนักเรียนมีแนวโน้มที่จะใช้อารมณ์ความรู้สึกมากกว่าการใช้หลักคิดทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานเชิงประจักษ์ ในการลงข้อสรุปสถานการณ์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ (Soncha, 2017)

แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Suchairut, 2015) การใช้กลวิธีการโต้แย้ง (Chaimongkol, 2016) และการใช้แนวคิดเชิงประวัติศาสตร์ (Suaklun, 2019) ล้วนพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ แต่วิธีเหล่านี้ยังคงพบข้อจำกัดเกี่ยวกับการที่นักเรียนไม่ได้เรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่นอกเหนือจากการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง (Model–centered instructional sequence: MIS)

ตามแนวคิดของ Baek *et al*. (2011) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติในกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้การทำงานของนักวิทยาศาสตร์และพัฒนาความรู้ทางญาณวิทยาได้ ประกอบด้วย 8 ขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1) การสร้างปรากฏการณ์และคำถามหลัก (anchoring phenomena and central questions) 2) การสร้างแบบจำลองเริ่มต้น (constructing an initial model) 3) การตรวจสอบหลักฐานเชิงประจักษ์ (empirical investigations) 4) การนำเสนอแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และสถานการณ์จำลอง (scientific ideas and computer simulations) 5) การประเมินและแก้ไขแบบจำลอง (evaluating and revising the model) 6) การประเมินแบบจำลองโดยเพื่อน (peer evaluation) 7) การสร้างแบบจำลองฉันทามติ (constructing a consensus model) และ 8) การใช้แบบจำลองเพื่อทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์ (using the model to predict or explain related phenomena) เมื่อศึกษางานวิจัยที่ผ่านมายังคงพบข้อจำกัดเกี่ยวกับการใช้แบบจำลอง ยกตัวอย่างเช่น ขั้นตอนการอภิปรายของนักเรียนช่วงเริ่มต้นของบทเรียนยังมีความคลุมเครือและเป็นนามธรรม รวมถึงการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการมีปฏิสัมพันธ์ แลกเปลี่ยนเชิงวิชาการยังคงเป็นเรื่องยากในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง (Baek *et al*., 2011) และพบปัญหานักเรียนไม่ได้ใช้ความรู้ทางญาณวิทยาในกระบวนการสร้างแบบจำลอง (Windschitl *et al*., 2008) จากความเป็นมาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบ จำลองมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิด การแก้ปัญหา การอภิปรายสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงการใช้ความรู้ทางญาณวิทยา

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง และ 2) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างจัดการเรียนรู้

สมมติฐานในการวิจัย

จากการศึกษาผลคะแนนการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในโครงการ PISA ปี ค.ศ. 2018 ซึ่งผลคะแนนที่นานาชาติยอมรับและมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ย OECD อยู่ที่ 489 คะแนนขึ้นไป (คิดเป็นร้อยละ 69) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Suchairut (2015) ที่ศึกษารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้ โดยตัวอย่างเป็นโรงเรียนรัฐบาลทั่วไป พบว่า ผลคะแนนเฉลี่ยความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ที่ร้อยละ 69 แม้ว่าผลวิจัยที่ผ่านมาที่มีการศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีข้อแตกต่างของเนื้อหาและบริบท แต่พบว่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละมีความใกล้เคียงกัน การวิจัยนี้จึงกำหนดเกณฑ์ร้อยละ 69 ให้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา โดยกำหนดสมมติฐานการวิจัยดังนี้ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่

เน้นแบบจำลองเรื่องเคมีไฟฟ้า นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 69 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (pre–experimental design) ที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพร่วมด้วย มีรูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดครั้งเดียว (one–group posttest–only design) เลือกกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจง

กลุ่มเป้าหมาย: นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์–คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 39 คน ใช้วิธีการเลือกโรงเรียนและห้องเรียนแบบเจาะจง (purposive sampling) เป็นห้องเรียนที่ทางโรงเรียนอนุญาตให้เป็นกลุ่มเป้าหมายสำหรับการวิจัย

ตัวแปรที่ศึกษา: ตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง และตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในวิจัย: แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้ปรับจากแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของ Baek *et al*. (2011) ซึ่งเดิมในขั้นตอนที่ 4 นักเรียนต้องมีปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์จำลองในคอมพิวเตอร์ ปรับเป็นการให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อนในห้องผ่านสื่อต่าง ๆ ที่มีความหลากหลายตามลักษณะของเนื้อหาที่แตกต่างกันในแต่ละคาบ และนำมาใช้กับเนื้อหารายวิชาเคมี บทเรียนเรื่องเคมีไฟฟ้า จำนวนทั้งหมด 6 แผน ใช้เวลาทั้งสิ้น 25 คาบเรียน โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอนดังในตาราง 1

ตาราง 1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลองตามแนวคิดของ Baek *et al*. (2011)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เคมีเน้นแบบจำลอง	รายละเอียด
ขั้นที่ 1 การสร้างปรากฏการณ์และคำถามหลัก	ครูนำเสนอปรากฏการณ์ที่พบเห็นได้ง่ายและมีความน่าสนใจในชีวิตประจำวัน และตั้งคำถามหลักเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบต่อไป โดยให้โอกาสนักเรียนได้สร้างแนวคิดหรือสมมติฐานที่จะช่วยในการตอบคำถาม
ขั้นที่ 2 การสร้างแบบจำลองเริ่มต้น	นักเรียนรายบุคคลลงมือสร้างแบบจำลองเริ่มต้นที่จะช่วยกำหนดกรอบแนวคิดหรือสมมติฐานในการตอบคำถามหลักตามความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน ซึ่งแบบจำลองที่สร้างจะช่วยให้มีแนวทางในการรวบรวมและตรวจสอบหลักฐาน
ขั้นที่ 3 การตรวจสอบหลักฐานเชิงประจักษ์	นักเรียนดำเนินการเป็นกลุ่มในการสำรวจตรวจสอบหรือการทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ โดยใช้การทดลองเป็นกลยุทธ์ในการตรวจสอบและทบทวนแบบจำลอง โดยนักเรียนต้อง 1) คาดคะเนผลการทดลองที่จะเกิดขึ้นจากแบบจำลองเริ่มต้น 2) สังเกตการทดลอง 3) วิเคราะห์แบบแผนของข้อมูลที่ค้นพบ 4) อธิบายผลการทดลอง และ 5) สะท้อนความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดลองและแบบจำลองที่สร้างขึ้น
ขั้นที่ 4 การแนะนำแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และสถานการณ์จำลอง	ครูนำเสนอแนวคิดและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์หรือแบบจำลอง ซึ่งไม่สามารถเข้าถึงได้ผ่านการสำรวจตรวจสอบเชิงประจักษ์ ผ่านการอธิบายของครู หรือแหล่งข้อมูลอื่นที่มีความถูกต้อง เช่น สื่อสถานการณ์จำลองในคอมพิวเตอร์ หรือสื่อต่าง ๆ ที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและทฤษฎีที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ โดยนักเรียนอภิปรายความ

ตาราง 1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลองตามแนวคิดของ Baek *et al*. (2011) (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เคมีเน้นแบบจำลอง	รายละเอียด
ขั้นที่ 4 (ต่อ)	ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานการณ์จำลองและแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์
ขั้นที่ 5 การประเมินและแก้ไขแบบจำลอง	นักเรียนแต่ละคนประเมินและแก้ไขแบบจำลองของตนเองบนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์และแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้
ขั้นที่ 6 การประเมินแบบจำลองโดยเพื่อน	ในกลุ่มย่อย นักเรียนรายบุคคลนำเสนอแบบจำลองของตนเองให้เพื่อนฟังและผลัดกันให้ข้อเสนอแนะ
ขั้นที่ 7 การสร้างแบบจำลองฉันทามติ	นักเรียนร่วมกันสร้างแบบจำลองที่เป็นฉันทามติของกลุ่มย่อยหรือทั้งชั้นเรียน โดยพิจารณาจากองค์ประกอบจากแบบจำลองต่าง ๆ ของเพื่อนที่สามารถพยากรณ์และอธิบายปรากฏการณ์ได้ดีที่สุด
ขั้นที่ 8 การใช้แบบจำลองเพื่อทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์	นักเรียนใช้แบบจำลองฉันทามติในการทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยนักเรียนร่วมกันหาจุดเด่นและข้อจำกัดที่เป็นไปได้ในการพัฒนาแบบจำลองในอนาคต

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นแบบวัดสองชั้นที่กำหนดสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ด้านเคมีไฟฟ้า คำถามชั้นที่หนึ่งเป็นคำถามแบบปรนัยให้นักเรียนตอบคำถามจากสถานการณ์และคำถามชั้นที่สองเป็นแบบอัตนัยให้นักเรียนเขียนอธิบายและใช้หลักฐานหรือกระบวนการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบในข้อที่ 1 แบบวัดชุดนี้ประกอบด้วย 3 สถานการณ์ มีทั้งหมด 18 ข้อ คะแนนเต็ม 63 คะแนน ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ปรับใช้แนวคิดของ Fischer *et al*. (2014) เพื่อกำหนดองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับงานวิจัยไว้ 7 องค์ประกอบ โดยมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมบ่งชี้ดังนี้ 1) การระบุปัญหา: วิเคราะห์สถานการณ์เพื่อระบุถึงความไม่สอดคล้องระหว่างสถานการณ์ และคำอธิบายที่มีอยู่ 2) การตั้งคำถาม: ระบุคำถามอย่างน้อยหนึ่งข้อที่จะนำไปสู่การตั้งสมมติฐานและการสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ได้ข้อสรุป หรือคำตอบของสิ่งที่สงสัย 3) การสร้างสมมติฐาน: คาดคะเนคำตอบที่สามารถทดสอบได้สำหรับคำถามที่กำหนดขึ้น โดยใช้ความรู้ กรอบแนวคิด ทฤษฎีที่มีอยู่ หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ปรากฏอยู่ ณ ขณะนั้น 4) การจัดกระทำเพื่อให้ได้หลักฐาน: ดำเนินการทดลอง หรือการสังเกตหรือการให้เหตุผลแบบนิรนัยตาม ทฤษฎี เพื่อให้ได้หลักฐานที่จะนำมาสู่ข้อสรุป 5) การประเมินหลักฐาน: วิเคราะห์หลักฐานหลากหลายรูปแบบที่เกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้างหรือทฤษฎีที่สร้างขึ้น 6) การสร้างข้อสรุป: ชั่งน้ำหนักความเกี่ยวข้องของหลักฐานที่แตกต่างกัน ไปสู่การทบทวนคำกล่าวอ้างเบื้องต้น และ 7) การสื่อสารและกลั่นกรอง: นำเสนอและอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการและผลลัพธ์ของกระบวนการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ทั้งภายในกลุ่มและชุมชนที่กว้างขึ้น

ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นแบบ scoring rubrics แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 2 คะแนน 1 คะแนน และ 0 คะแนน ตามความถูกต้องสมบูรณ์ของแต่ละองค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล: 1) วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนด้วยสถิติบรรยาย ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย (M) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($M_{ร้อยละ}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตร-

ฐาน (SD) และเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ ด้วยสถิติวิเคราะห์ คือ สถิติค่าที แบบกลุ่มเป้าหมายหนึ่งกลุ่มเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 69 (one sample *t*–test) ที่ระดับ .05 2) วิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดกลุ่มนักเรียน 39 คน ตามระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยปรับเกณฑ์คะแนนจากแนวคิดของ Abate *et al*. (2020). ให้สอดคล้องกับแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 5 ระดับตามช่วงคะแนน ได้แก่ ระดับต่ำ 0–12 คะแนน ระดับค่อนข้างต่ำ 13–25 คะแนน ระดับปานกลาง 26–38 คะแนน ระดับค่อนข้างสูง 39–51 คะแนน และระดับสูง 52–63 คะแนน จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลจากใบบันทึกกิจกรรมทั้ง 6 ครั้ง โดยใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นเองและผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว ซึ่งมีคะแนนเต็ม 24 คะแนน และใช้การสรุปพรรณนา เรียบเรียง ในประเด็นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลอง

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

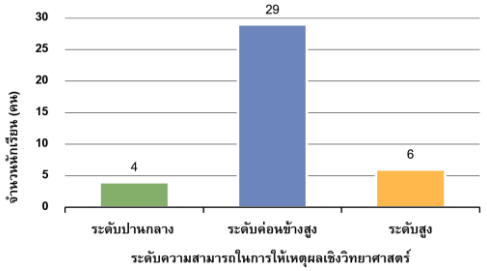
ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยแยกตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า องค์ประกอบที่ได้คะแนนสูงที่สุด คือ การสร้างสมมติฐาน มีคะแนนเฉลี่ย 7.10 คะแนน (ร้อยละ 78.89) และองค์ประกอบที่ได้คะแนนต่ำที่สุดคือ การตั้งคำถาม มีคะแนนเฉลี่ย 5.49 คะแนน (ร้อยละ 61.00) และหากพิจารณาคะแนนเฉลี่ยรวม พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 44.74 คะแนน (ร้อยละ 71.02) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 69 โดยใช้สถิติค่าทีแบบกลุ่มเป้าหมายหนึ่งกลุ่มเปรียบเทียบกับค่าคงที่ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนไม่ได้สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้วิเคราะห์สถิติค่าทีในแต่ละองค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 69 รายละเอียดแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ผลคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

องค์ประกอบ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	คะแนน เต็ม	คะแนนเฉลี่ย (M)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	คะแนนเฉลี่ยของร้อยละ ($M_{ร้อยละ}$)	*t*–test ($^{*}p < .05$)
1) การระบุปัญหา	9	6.33	1.439	70.33	0.535
2) การตั้งคำถาม	9	5.49	1.537	61.00	–2.937*
3) การสร้างสมมติฐาน	9	7.10	1.252	78.89	4.451*
4) การจัดกระทำเพื่อให้ได้หลักฐาน	9	6.13	1.592	68.11	–0.321
5) การประเมินหลักฐาน	9	6.87	1.301	76.33	3.176*
6) การสร้างข้อสรุป 7) การสื่อสารและกลั่นกรอง	18	12.82	2.338	71.22	1.070
คะแนนรวมทุกองค์ประกอบ	63	44.74	6.163	71.02	1.290
เกณฑ์คะแนน (ร้อยละ 69)	–	43.47	–	69	–

แม้ว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลายองค์ประกอบไม่ได้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 69 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่พบว่ามี 5 องค์ประกอบที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 69 ได้แก่ 1) การระบุปัญหา (70.33%) 2) การสร้างสมมติฐาน (78.89%) 3) การประเมินหลักฐาน (76.33%) 4) การสร้างข้อสรุปและ 5) การสื่อสารและกลั่นกรอง (71.22%)

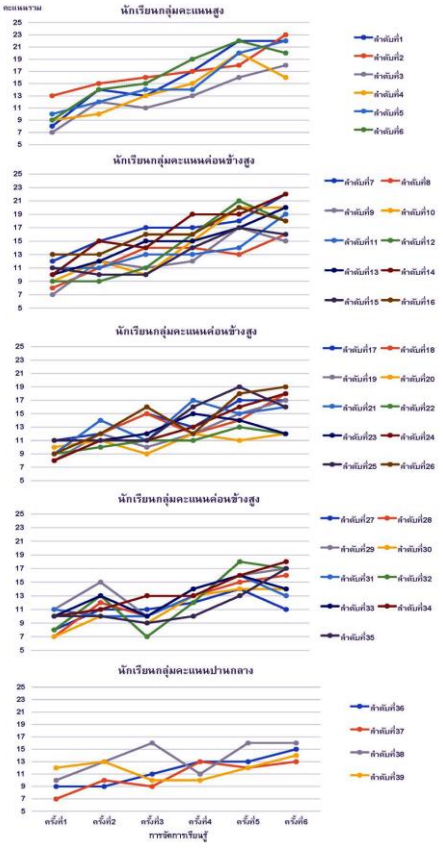
ผลการวิเคราะห์ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำนวน 39 คน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เคมีเน้นแบบจำลอง โดยจัดกลุ่มตามระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างสูงมากที่สุด คือ 29 คน (ร้อยละ 74.36) รองลงมาคือระดับสูง 6 คน (ร้อยละ 15.38) และระดับปานกลาง 4 คน (ร้อยละ 10.26) โดยไม่พบนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ และระดับค่อนข้างต่ำ รายละเอียดดังในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างจัดการเรียนรู้

การเปลี่ยนแปลงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างจัดการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม จากผลการวิจัยในภาพที่ 1 พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 39 คน มีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ 3 ระดับที่แตกต่างกัน ได้แก่ นักเรียนกลุ่มคะแนนสูงจำนวน 6 คน นักเรียนกลุ่มคะแนนค่อนข้างสูงจำนวน 29 คน และนักเรียนกลุ่มคะแนนปานกลางจำนวน 4 คน ผู้วิจัยจึงเรียงลำดับที่ของนักเรียนจากนักเรียนที่ได้คะแนนแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงที่สุดไปต่ำที่สุด จากนั้นสร้างแผนภูมิแสดงการเปลี่ยนแปลงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จากข้อมูลใบกิจกรรมของนักเรียนทั้ง 6 ครั้ง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงในภาพที่ 2

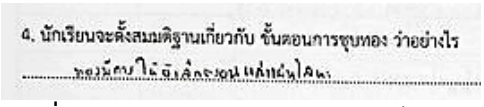


ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มคะแนน

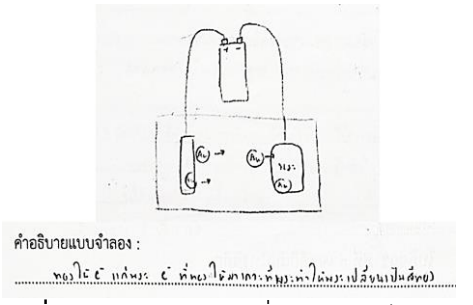
ตัวอย่างการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลองของนักเรียนสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง เรื่องเคมีไฟฟ้า นักเรียนมีการใช้องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลองดังต่อไปนี้

ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง เนื้อหาย่อยเรื่องเซลล์อิเล็กโทรลิติก

1) <u>การสร้างสมมติฐาน</u> นักเรียนกลุ่มที่มีคะแนนสูงและค่อนข้างสูงสามารถสร้างสมมติฐาน (ภาพที่ 3) สัมพันธ์กับแบบจำลองเริ่มต้นของตนเอง (ภาพที่ 4) และตรงกับประเด็นหลักเกี่ยวกับวิธีการชุบทองต้องใช้กระแสไฟฟ้า

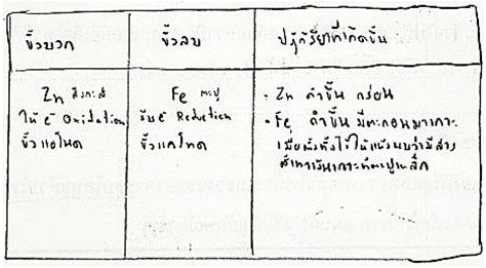


ภาพที่ 3 ตัวอย่างการสร้างสมมติฐานของนักเรียน



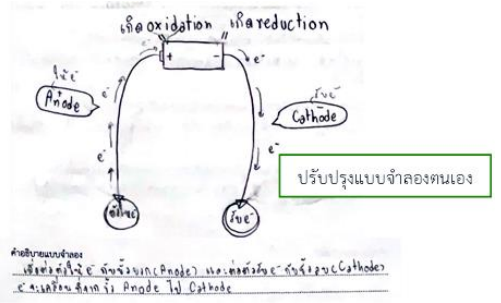
ภาพที่ 4 ตัวอย่างแบบจำลองเริ่มต้นของนักเรียน

2) <u>การจัดกระทำเพื่อให้ได้หลักฐาน</u> นักเรียนกลุ่มที่มีคะแนนสูงและค่อนข้างสูงสามารถออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง (ภาพที่ 5) ให้สอดคล้องกับแบบ จำลองเริ่มต้น (ภาพที่ 4) เกี่ยวกับขั้วไฟฟ้าและการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยา

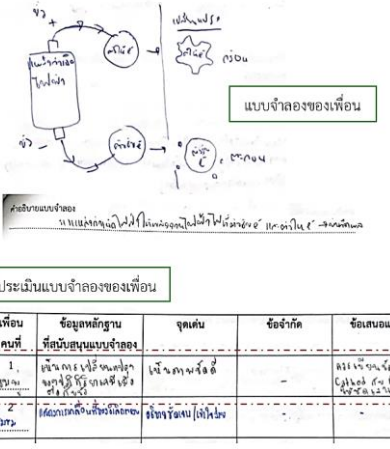


ภาพที่ 5 ตัวอย่างการออกแบบตารางบันทึกผลของนักเรียน

3) <u>การประเมินหลักฐาน</u> นักเรียนทุกกลุ่มคะแนนสามารถนำข้อมูลหลักฐานจากผลการทดลองและแนวคิดทฤษฎีมาปรับปรุงแบบจำลองของตนเองได้ ซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับการต่อขั้วไฟฟ้า วงจร และการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน (ภาพที่ 6) และสามารถประเมินแบบจำลองของเพื่อน โดยการเขียนระบุข้อมูลหลักฐานที่ปรากฏในแบบจำลอง จุดเด่น และข้อจำกัดของแบบจำลองเพื่อนได้ (ภาพที่ 7)

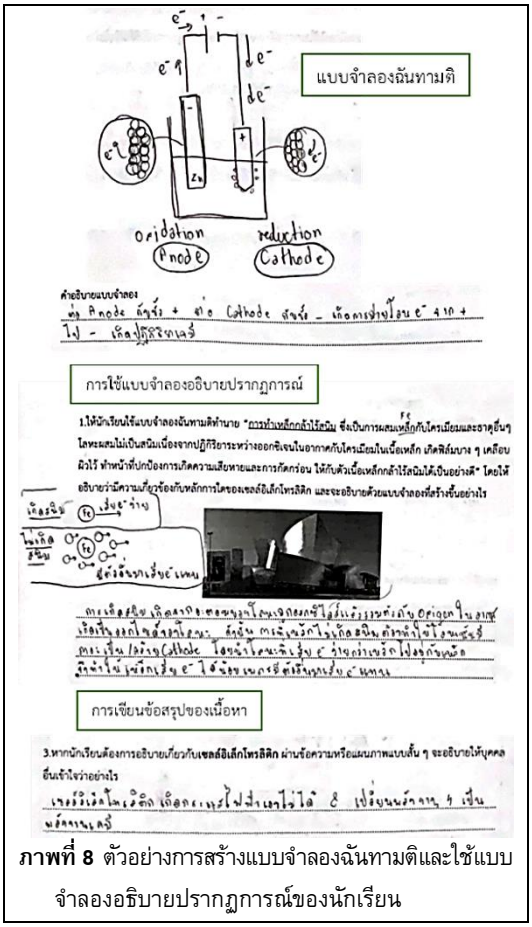


ภาพที่ 6 ตัวอย่างแบบจำลองที่นักเรียนปรับปรุงแก้ไข



ภาพที่ 7 ตัวอย่างการประเมินแบบจำลองของเพื่อน

4) <u>การสร้างข้อสรุป สื่อสารและกลั่นกรอง</u> นักเรียนทุกกลุ่มคะแนนสามารถสร้างแบบจำลองฉันทามติ และนำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์อื่นได้ โดยนำข้อมูลหลักฐานมาช่วยอธิบายประกอบแบบจำลองและลงข้อสรุปตามที่ตนเองเข้าใจ โดยแบบจำลองนี้เป็นแบบจำลองและคำอธิบายที่ถูกต้อง สมบูรณ์ เกี่ยวกับเซลล์อิเล็กโทรลิติก ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดเองไม่ได้ ต้องต่อวงจรให้ขั้วบวกเป็นแอโนด ขั้วลบเป็นแคโทด และต่อเข้ากับแบตเตอรี่ จึงเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานเคมีในการเกิดปฏิกิริยา (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 ตัวอย่างการสร้างแบบจำลองฉันทามติและใช้แบบจำลองอธิบายปรากฏการณ์ของนักเรียน

อภิปรายผล

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง ช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการสร้างสมมติฐาน และการประเมินหลักฐานมากที่สุด โดยเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเป็นเพราะระหว่างจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้ฝึกฝนการคาดคะเนคำตอบร่วมกับการสร้างแบบจำลองเริ่มต้นตามสมมติฐานของแต่ละคน สอดคล้องกับ Windschitl *et al*. (2008) ที่อธิบายถึงการสร้างแบบจำลองว่าสามารถช่วยในการอธิบายความสัมพันธ์เชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ หรือคาดการณ์ผลการทดลองที่จะเกิดขึ้นได้ นอกจากนี้การที่นักเรียนได้มีโอกาสประเมินแบบจำลองของตนเองและเพื่อนเป็นการได้ทบทวน วิเคราะห์ความถูกต้องของข้อมูลหลักฐานก่อนที่จะลงข้อสรุป ซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chaimongkol (2016) ในส่วนที่เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของนักเรียน โดยมีการอภิปราย แสดงความคิดเห็นร่วมกันภายในกลุ่ม นักเรียนต้องอธิบายเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักฐานและเหตุผลที่มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ และเพียงพอที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปได้

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์บางองค์ประกอบยังไม่สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากบางขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ยังพบข้อจำกัด โดยเฉพาะขั้นการสร้างปรากฏการณ์และคำถามหลักที่มีเวลาค่อนข้างน้อย แต่มีบทบาทในการพัฒนาองค์ประกอบถึง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การระบุปัญหา การตั้งคำถาม และการสร้างสมมติฐาน ทำให้ไม่สามารถเน้นย้ำหรือจดจ่อกับแต่ละองค์ประกอบได้เท่าที่ควร ซึ่งการตั้งคำถามเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนมีคะแนนน้อยที่สุด อาจมีสาเหตุจากแต่ละครั้งของการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคำตอบที่หลากหลายแต่มีโอกาสได้อภิปรายในห้องเรียนน้อยและไม่ครบทุกมุมมอง ส่งผลให้ตอนทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อาจหลงประเด็นในการตั้งคำถามได้ง่ายหรือเลือกตอบตัวเลือกที่ไม่ใช่ประเด็นหลักที่ควรนำมาตั้งคำถาม แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนการสร้างปรากฏการณ์และคำถามหลัก ยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการพัฒนาองค์ประกอบการตั้งคำถาม สอด-

คล้องกับ IPST (2024) ที่อธิบายว่าบุคคลที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ต้องสามารถแยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และคำถามใดที่ไม่สามารถทดสอบได้

สาเหตุที่นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มมีคะแนนสูงขึ้นในการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 2 แต่คะแนนกลับลดต่ำลงในการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 3 จากนั้นพัฒนาการของนักเรียนจะดีขึ้นตามลำดับ แต่พบว่าเริ่มมีคะแนนต่ำลงอีกครั้งในการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 6 เนื่องมาจากเนื้อหาการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 3 เป็นเรื่องความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดซ์ โดยวิธีการตรวจสอบหลักฐานใกล้เคียงกับเนื้อหาการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 2 เรื่องตัวรีดิวซ์และออกซิไดซ์ ซึ่งจากข้อมูลในใบบันทึกกิจกรรมพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสับสนและคิดว่าเป็นเรื่องเดียวกัน จึงเขียนหลักฐานและสร้างแบบจำลองในลักษณะคล้ายเดิมซึ่งยังไม่ตรง กับประเด็นหลักของเนื้อหาที่ต้องการให้เปรียบเทียบธาตุโลหะหมู่หลักกับธาตุโลหะทรานซิชัน ส่งผลให้คะแนนลดลงเมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 2 ในทำนองเดียวกับการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 6 ซึ่งนักเรียนมีคะแนนลดลงอีกครั้ง เป็นเนื้อหาเรื่องเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ มีลักษณะเปรียบเทียบระหว่างปฏิกิริยา 2 รูปแบบ คือ ปฏิกิริยาการจ่ายไฟและการประจุไฟ วิธีการตรวจสอบหลักฐานซับซ้อนกว่าเนื้อหาเรื่องที่ผ่านมา ทำให้นักเรียนหลายคนบันทึกผลและจัดกระทำข้อมูลหลักฐานออกมาได้ไม่ดีเท่าที่ควร คะแนนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 6 ของนักเรียนหลายคนจึงลดต่ำลงเมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 5 ดังนั้นความซับซ้อนของเนื้อหาอาจทำให้นักเรียนเกิดความสับสนและเข้าใจผิดได้ง่าย ซึ่งอาจส่งผลต่อกระบวนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และการสร้างแบบจำลองของนักเรียนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kitcharoenpanya (2020) ที่อธิบายถึงเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองแต่ละครั้งของการจัดการเรียนรู้อาจมีความยากง่ายของเนื้อหาที่แตกต่างกัน และเป็นเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรม จึงทำให้ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละครั้งแตกต่างกัน ซึ่งค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองภาพรวมจากการวัดทั้ง 4 ครั้งไม่แตกต่างกันที่ระดับ .05

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง เรื่อง เคมีไฟฟ้า พบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เท่ากับ 44.74 คะแนน (ร้อยละ 71.02) โดยคะแนนเฉลี่ยไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 69 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างสูง 3) องค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ การสร้างสมมติฐาน และการประเมินหลักฐาน ตามลำดับ 4) นักเรียนกลุ่มคะแนนสูง กลุ่มคะแนนค่อนข้างสูง และกลุ่มคะแนนปานกลาง เริ่มพบการเปลี่ยนแปลงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีพัฒนาการดีขึ้นในครั้งที่ 2 4 และ 5 ตามลำดับ และมีพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง และ 5) นักเรียนทุกกลุ่มนำองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การประเมินหลักฐาน การสร้างข้อสรุป และการสื่อสารและกลั่นกรอง มาใช้ผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลอง

จากการวิจัยครั้งนี้พบว่านักเรียนที่แสดงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ไม่ดีในกระบวนการสร้างแบบจำลอง มีสาเหตุจากความไม่เข้าใจเนื้อหา ดังนั้นในกระบวนการทดสอบ ครูควรแยกย่อยประเด็นที่ซับซ้อน และอธิบายความรู้ที่จำเป็นในการใช้สร้างแบบจำลอง

หากต้องการนำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลองไปใช้ ควรเพิ่มระยะเวลาในขั้นการสร้างปรากฏการณ์และคำถามหลักสำหรับให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายเกี่ยวกับการระบุปัญหา การตั้งคำถาม และการสร้างสมมติฐานของนักเรียนแต่ละคนที่มีมุมมองความคิดแตกต่างกัน

หากต้องการนำวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลองไปใช้ ควรเลือกเนื้อหาเคมีที่นักเรียนสามารถทำการทดลองสำรวจตรวจสอบเพื่อรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ได้ และสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจน สามารถนำผลข้อมูลไปตีความหรือวิเคราะห์หาความสัมพันธ์และสร้างแบบจำลองที่อธิบายปรากฏการณ์นั้นได้ ตัวอย่างเช่น เนื้อหาเรื่องแก๊สและสมบัติของแก๊ส

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลองที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การวิจัยครั้งต่อไปอาจศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เช่น การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เพราะผู้วิจัยเห็นความเชื่องโยงของกระบวนการสร้างแบบจำลองในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เคมีเน้นแบบจำลองว่าจะสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ในแง่มุมต่าง ๆ ได้ อีกทั้งยังเป็นกรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ล่าสุดของ PISA 2025

จริยธรรมการวิจัย

จริยธรรมการวิจัยในคนของงานวิจัยนี้ได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบันชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เลขที่ COA No. 469/66, CUREC No. 660389

เอกสารอ้างอิง

Abate, T., Michael, K., and Angell, C. (2020). Assessment of scientific reasoning: Development and validation of scientific reasoning assessment tool. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education** 16(12): 1–15.

Baek, H., Schwarz, C., Chen, J., Hokayem, H., and Zhan, L. (2011). Engaging elementary students in scientific modeling: The MoDeLS fifth–grade approach and findings. In Khine, M. S., and Saleh, I. M. (Eds.), **Models and modeling** (pp.195–218). Dordrecht: Springer.

Brown, N. J., Furtak, E. M., Timms, M., Nagashima, S. O., and Wilson, M. (2010). The evidence–based reasoning framework: Assessing scientific reasoning. **Educational Assessment** 15(3–4): 123–141.

Chaimongkol, P., Chanunan, S., and Klamtet, J. (2016). Development of scientific reasoning ability in stoichiometry unit using argument–driven inquiry instructional model. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment**

for Learning 8(1): 27–40. (in Thai)

Fischer, F., Kollar, I., Ufer, S., Sodian, B., Hussmann, H., Pekrun, R., Neuhaus, B., Dorner, B., Pankofer, S., and Fischer, M. (2014). Scientific reasoning and argumentation: Advancing an interdisciplinary research agenda in education. **Frontline Learning Research** 2(3): 28–45.

Han, J. (2013). **Scientific Reasoning: Research, Development, and Assessment**. Doctor of Philosophy Dissertation. Ohio: The Ohio State University.

Kitcharoenpanya, J. (2020). **Development of Scientific Modeling Ability and Attitude towards Teamwork of Lower Secondary School Students through the Predict Share Observe Explain Instructional Model.** Master of Education Thesis (Science Education). Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)

Lawson, A. E. (2004). The nature and development of scientific reasoning: A synthetic view. **International Journal of Science and Mathematics Education** 2(3): 307–338.

Opitz, A., Heene, M., and Fischer, F. (2017). Measuring scientific reasoning – A review of test instruments. **Educational Research and Evaluation** 23(3–4): 78–101.

Osborne, J. (2013). The 21st century challenge for science education: Assessing scientific reasoning. **Thinking Skills and Creativity** 10: 265–279.

Piraksa, C., Srisawasdi, N., and Koul, R. (2014). Effect of gender on student's scientific reasoning ability: A case study in Thailand. **Procedia – Social and Behavioral Sciences** 116: 486–491.

PISA THAILAND. Retrieved from https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/science_competency_framewark/, April 24, 2024.

Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L. , Achér, A. , Fortus, D. , Shwartz, Y., Hug, B., and Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. **Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching** 46(6): 632–654.

Soncha, N., Ketsing, J., and Kongsema, M. (2017). Grade 10th students' scientific reasoning in biology. **The 56th Kasetsart University Annual Conference** (pp. 116–125). Bangkok: Kasetsart University.

Suaklun, P. (2019). **Effects of Learning Using Historical Approach on Scientific Reasoning Abilities and Chemistry Learning Achievement of Upper Secondary School Students.** Master of Education Thesis (Science Education). Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)

Suchairut, N. (2015). **Development of an In-**

structional Model based on Model–based Inquiry and Context–based Learning Approaches to promote Scientific Reasoning and Transfer of Learning Abilities of Lower Secondary Students. Doctor of Education Dissertation. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)

Windschitl, M., Thompson, J., and Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model–based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. **Science Education** 92(5): 941–967.

Zeineddin, A., and Abd–El–Khalick, F. (2010). Scientific reasoning and epistemological commitments: Coordination of theory and evidence among college science students. **Journal of Research in Science Teaching** 47(9): 1064–1093.

Zimmerman, C. (2005). The development of scientific reasoning skills: What psychologists contribute to an understanding of elementary science learning. **Final draft of a Report to the National Research Council Committee on Science Learning Kindergarten through Eighth Grade** (pp. 1–109). USA: Illinois State University.