ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ที่มีต่อความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์และมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทางการแพทย์ โรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร

The Effects of Model-based Learning Together with Explicit and Reflective Approach in the Topic of Electrochemistry on Understanding Scientific Concepts and Views of the Nature of Science and Models of Grade 12 Students Majoring in Health Science at a Demonstration School of a University in Bangkok Metropolis

*สุมิตรา สุขเพ็งดี[1] ทรงพล ผดุงพัฒนากูล[2] และ ดวงเดือน สุวรรณจินดา[3]

*Sumitra Sookpengdee [1] Songpon Phadungphatthanakoon [2] and Duongdearn Suwanjinda[3]

[1]นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

[1]Master's Student, School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University

[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

[2]Asst.Prof.Dr., School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University

[3]รองศาสตราจารย์ ดร. ประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

[3]Assoc.Prof.Dr., School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University

*Corresponding author. e-mail: jajasumitra@gmail.com

Received : November 9, 2025
Revised : May 7, 2026
Accepted : June 18, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง และ 2) ศึกษาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง เรื่อง ไฟฟ้าเคมี เป็นการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทางการแพทย์ โรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2567 จำนวน 27 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง เรื่อง ไฟฟ้าเคมี 2) แบบวัดความเข้าใจมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองฉบับคู่ขนานก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และ 3) แบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สถิติที่ใช้ ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ และการ

วิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้งมีมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองสูงขึ้น และ 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ในหัวข้อปฏิกิริยารีดอกซ์มากที่สุด รองลงมาเป็นแผนภาพเซลล์เซลล์อิเล็กโทรไลต์ เซลล์กัลวานิก การแยกด้วยไฟฟ้า และการชุบโลหะและการทำโลหะให้บริสุทธิ์ เมื่อวิเคราะห์ตามระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ภาพรวม พบว่า (1) นักเรียนร้อยละ 52 ไม่เข้าใจ (2) นักเรียนร้อยละ 22 เข้าใจคลาดเคลื่อนบางส่วน (3) นักเรียนร้อยละ 18 เข้าใจสมบูรณ์ (4) นักเรียนร้อยละ 6 เข้าใจถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และ (5) นักเรียนร้อยละ 2 เข้าใจคลาดเคลื่อน

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน, การสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง, ธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลอง, มโนมติทางวิทยาศาสตร์

Abstract

The purposes of this research were to 1) compare views of nature of science and models of grade 12 students before and after learning by using a Model-based Learning together with explicit reflection and 2) study scientific concept understanding in the topic of electrochemistry of grade 12 students who learned by using a model-based learning together with explicit reflection. This research was a one-group pretest-posttest design. The participants were 27 Grade 12 students in Health Science Major at a Demonstration School of a University in Bangkok Metropolis in the academic year 2024. The research instruments were 1) lesson plans of model-based learning together with explicit and reflective approach in the topic of electrochemistry, 2) a pretest-posttest test to measure views of nature of science and models and 3) scientific conceptual test in the topic of electrochemistry. Data were analyzed by using frequency, percentage, and content analysis. The results indicated that 1) the students had higher views of nature of science and models after the instruction than before instruction, and 2) the students had the highest electrochemistry' s conceptual understanding in redox reactions, followed by cell diagrams, electrolytic cells, galvanic cells, electrolysis, and metal purification and electroplating, respectively. When analyzed according to the level of electrochemistry' s concept understanding overall, it was found that (1) most of the students, 52 percent, had the understanding at a level of No Understanding, (2) 22 percent of students had the understanding at a level of Partial Understanding with Specific Alternative Conception; (3) 18 percent of students had the understanding at a level Complete Understanding; (4) 6 percent of students had the understanding at a level of Partial Understanding; and (5) 2 percent of students had the understanding at a level of Alternative Conception.

Keywords: Model-based learning, Explicit and reflective approach, Nature of science and model, Scientific concept

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้สำหรับเนื้อหาวิชาเคมี ทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในสาระวิทยาศาสตร์กายภาพ และสาระเคมีของระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (สสวท, 2560) ธรรมชาติของความรู้ทางเคมีนั้นมุ่งเน้นการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสารและสมบัติของสาร โดยมีการอธิบายปรากฏการณ์ใน 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ (Johnstone, 1993) การจัดการเรียนรู้เคมีและวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายคล้ายคลึงกัน คือ เพื่อให้นักเรียนเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ (สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2551) โดยการรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (scientific concepts) ซึ่งเป็นความคิดรวบยอดที่เกิดจากประสบการณ์ การสังเกต และการประมวลผลข้อมูล (Klopfer, 1971) ที่ถูกต้องด้วย สำหรับเนื้อหาเคมีที่เป็นแขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์นั้น มีความเป็นนามธรรมและซับซ้อน จึงทำให้นักเรียนจำนวนมากประสบปัญหาในการทำความเข้าใจ โดยเฉพาะในส่วนของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นระดับอนุภาคที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง (Thiele & Treagust, 1991) ส่งผลให้นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อน

ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในระดับสูง อันเป็นเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 (OECD, 2013) โดยผู้รู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงต้องเข้าใจเนื้อหาหรือมโนมติทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังต้องเข้าใจกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วย ทั้งนี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องกับธรรมชาติของเคมี ซึ่งมุ่งอธิบายและทำนายปรากฏการณ์โดยอาศัยหลักฐาน และพยายามหลีกเลี่ยงอคติในการทำงาน (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เคมีจึงควรส่งเสริมความเข้าใจทั้งธรรมชาติของเคมีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแนวทางที่หลายประเทศรวมถึงประเทศไทยให้ความสำคัญมากขึ้นในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สสวท., 2560) เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยหลายเรื่องพบว่า นักเรียนยังคงมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (Nature of Science: NOS) (กาญจนา มหาลี และชาตรี ฝ่ายคำตา, 2553; อาดีละห์ เจ๊ะแม และคณะ, 2561; วิษณุ สุทธิวรรณ, 2563) แม้ว่าจะมีการสอนสอดแทรกในหลักสูตรแล้วก็ตาม ซึ่งการที่นักเรียนขาดความเข้าใจหรือมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนไม่เข้าใจถึงความเป็นมาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ข้อจำกัดหรือขอบเขตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, 2552) ขาดความสามารถในการตัดสินใจตระหนักถึงคุณค่าของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ไม่สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางสังคม รวมถึงการดำรงชีวิตประจำวันได้ ขณะเดียวกันนักเรียนควรได้รับการพัฒนามุมมองของธรรมชาติแบบจำลอง (Nature of Model: NOM) ควบคู่ไปด้วย เนื่องจากแบบจำลองเป็นตัวแทนสำคัญในการอธิบายปรากฏการณ์ (Gilbert, 2005) และมี

ความสอดคล้องกับ NOS (McComas, 2000; Lederman et al., 2002) หากนักเรียนเข้าใจ NOM จะช่วยเสริมความเข้าใจ NOS ด้วยเช่นกัน (ศุภกาญจน์ รัตนกร, 2552)

เมื่อวิเคราะห์ตัวชี้วัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลอง ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เช่น ตัวชี้วัด ม.4-6/10 ทดลองและอธิบายหลักการของเซลล์กัลวานิกและเซลล์อิเล็กโทรไลต์ รวมทั้งการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) จะพบว่า ตัวชี้วัดการเรียนรู้ มีการสะท้อนประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เน้นไปที่ทักษะการอธิบายและการสืบเสาะเท่านั้น ซึ่งยังไม่ครอบคลุมทุกประเด็นของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลอง ทั้งนี้เพื่อเตรียมนักเรียนไปสู่การศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาในสาขาวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์สุขภาพรวมถึงวิทยาศาสตร์ทางการแพทย์ ที่มุ่งพัฒนานักเรียนเกี่ยวกับศาสตร์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการศึกษาเพิ่มเติมในวิชาเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์ทางการแพทย์ และฝึกปฏิบัติทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกในวิทยาศาสตร์ รวมถึงมีทักษะทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์และสังเคราะห์ จึงมีความจำเป็นต้องส่งเสริมมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองให้นักเรียนกลุ่มนี้ เพื่อให้มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองที่ถูกต้อง เนื่องจาก Treagust et al. (2002) สนับสนุนว่า การเข้าใจมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองที่ถูกต้อง สามารถพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง และมีความสามารถในการวิเคราะห์หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ดี ดังนั้น ผู้วิจัยที่รับผิดชอบสอนวิชาเคมีให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทางการแพทย์ จึงต้องการส่งเสริมมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองให้กับนักเรียน และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์สำหรับเนื้อหาเคมีที่ถูกต้องเพื่อเตรียมความพร้อมสู่การศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ต่อไป และวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานก็เป็นหนึ่งวิธีที่มีประสิทธิภาพที่ได้รับการสนับสนุนจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาว่า สามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองและความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์สำหรับเนื้อหาเคมีให้กับนักเรียนได้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยจะเน้นให้นักเรียน สร้างแบบจำลองขึ้นมาในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ผ่านกระบวนการ 4 ขั้นตอน ได้แก่ การสร้างแบบจำลองทางความคิด การประเมินแบบจำลอง การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง และการขยายแบบจำลอง (Rea-Rammirez et al., 2008; ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2556; ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563) ซึ่งช่วยให้เข้าใจเนื้อหาเคมีที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น (Coll, 2006) งานวิจัยหลายเรื่องยืนยันว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนามโนมติทางเคมีและวิทยาศาสตร์ รวมถึงพัฒนา NOM ได้ (ณัฏฐ์นภันต์ กตัญรัตน์ และ สุวัตร นานันท์, 2558; ธันย์ชนก ผินอินทร์, 2564) เช่น การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นศูนย์กลาง (Model-centered Instruction Sequence: MIS) ที่พบว่านักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นหลังเรียน (ณัฏฐ์นภันต์ กตัญรัตน์, 2558) อีกทั้งยังมีงานวิจัยหลายเรื่องที่

พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเหมาะสมกับเนื้อหาทางเคมีทุกระดับชั้นในหลาย ๆ ด้าน ทั้งระดับประถมศึกษา (ธันชนก ผินอินทร์, 2564) มัธยมศึกษาตอนต้น (ธนาศวรรย์ สมไพบูลย์, 2562) และมัธยมศึกษาตอนปลาย (ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2558) และยังสามารถพัฒนาแบบจำลองความคิดให้กับนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วย (อนุพงศ์ ไพรศรี และคณะ, 2560; สิริมล มาฆทาน, 2563)

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (Explicit and Reflective Approach) ยังสามารถพัฒนามุมมอง NOS ของนักเรียนได้ (อังคณา ปัทมพงศา, 2555; ณัฐกาญจน์ เตจ๊ะเทพ, 2558; เยาวเรศ สังข์ทอง และ สุมาลี กาญจนชาตรี, 2561) ดังนั้นการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมาบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการอภิปรายสะท้อนคิด จึงเป็นรูปแบบที่น่าสนใจที่จะสามารถพัฒนาทั้งความเข้าใจมโนมติทางเคมีและมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองให้กับนักเรียนไปพร้อมกัน ทั้งนี้ผู้วิจัยต้องการพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาเคมีและมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทางการแพทย์ ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีเป้าหมายการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์สุขภาพเป็นส่วนใหญ่ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกในวิทยาศาสตร์ รวมถึงมีทักษะทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์และสังเคราะห์ จึงมีความจำเป็นต้องส่งเสริมมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองให้นักเรียนกลุ่มนี้ เพื่อให้มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองที่ถูกต้อง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ที่มีต่อความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์และมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทางการแพทย์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

2. เพื่อศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

ขอบเขตการวิจัย

1. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง

ตัวแปรตาม ได้แก่ มุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลอง และมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

2. ขอบเขตเนื้อหา

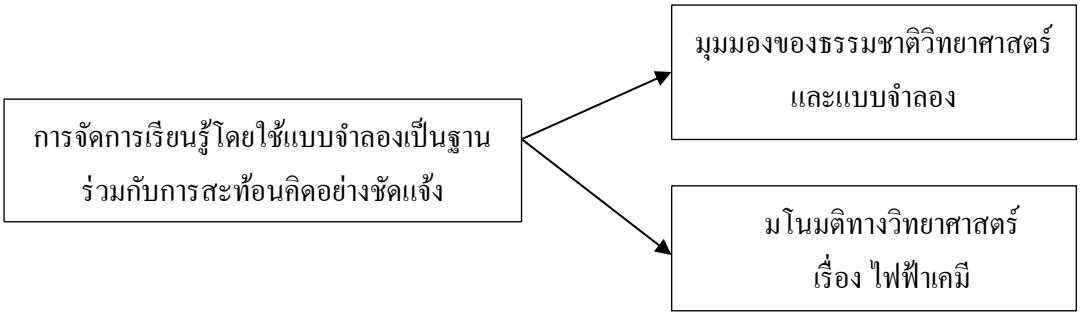
เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ในหัวข้อ 1) ปฏิกิริยารีดอกซ์ 2) เซลล์กัลวานิก

3) ประโยชน์ของเซลล์กัลวานิก 4) เซลล์อิเล็กโทรไลต์และการแยกด้วยไฟฟ้า และ 5) การชุบโลหะและการทำโลหะให้บริสุทธิ์

3. กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทางการแพทย์ โรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2567 จำนวน 27 คน ได้จากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling)

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้เพื่อทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยผ่านการสร้างและปรับปรุงแบบจำลองของปรากฏการณ์นั้น ๆ อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลอง โดยมีการกำหนดประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองที่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ พร้อมกับชี้แนะและอธิบายประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องให้ชัดเจนในแผนการจัดการเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นสร้างแบบจำลอง ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิด โดยใช้คำถามหรือกิจกรรมเป็นสิ่งกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสังเกต และสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเอง เพื่ออธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น

2) ขั้นประเมินแบบจำลอง ครูกระตุ้นให้นักเรียนได้ประเมินแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นกับหลักฐานที่เป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยนักเรียนมีการออกแบบการทดลอง ทำการทดลอง หรือศึกษาค้นคว้า เพื่อรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ตรวจสอบความสอดคล้องและความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้จากกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม เพื่อสรุปเป็นแบบจำลองตามมติของกลุ่ม

3) ขั้นดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง นักเรียนนำเสนอแบบจำลอง และทำการแก้ไขดัดแปลงแบบจำลองจนได้แบบจำลองที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้ถูกต้อง ผ่านกระบวนการต่าง ๆ เช่น การเปรียบเทียบแบบจำลองกับเพื่อนต่างกลุ่ม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อสร้างแบบจำลองที่ดีที่สุด และสอดคล้องกับแบบจำลองวิทยาศาสตร์และเกิดแบบจำลองตามมติของชั้นเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนเข้าใจแบบจำลองและพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์

4) ขั้นการขยายแบบจำลองและสะท้อนความคิด นักเรียนใช้แบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงมาอธิบายและทำนายปรากฏการณ์อื่น ๆ หรือสถานการณ์อื่น ๆ ซึ่งทำให้นักเรียนเชื่อและเข้าใจว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้ และอภิปรายเพื่อสะท้อนคิดประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองที่พบระหว่างเรียนรู้ร่วมกัน

2. มุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลอง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการอธิบายเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ ตามกรอบลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของ Lederman et.al. (2002) ใน 4 ประเด็น ได้แก่ 1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาโดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ 2) การสังเกต ลงความเห็นและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ 3) จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 4) มายาคติทางวิทยาศาสตร์ และลักษณะของแบบจำลองตามกรอบของ Grosslight et al. (1991) ได้แก่ 1) ความหมายของแบบจำลอง 2) ประเภทของแบบจำลอง 3) จุดประสงค์ของแบบจำลอง 4) การออกแบบและการสร้างแบบจำลอง 5) การเปลี่ยนแปลงของแบบจำลอง และ 6) ความหลากหลายของแบบจำลอง ซึ่งวัดได้จากแบบวัดมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองที่ประกอบด้วย 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 แบบวัดมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบวัดแบบเขียนบรรยาย และตอนที่ 2 แบบวัดมุมมองของธรรมชาติแบบจำลอง มีลักษณะเป็นข้อความที่ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นใน 2 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วย และไม่เห็นด้วย และอธิบายเหตุผลประกอบความคิดเห็น

3. มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของแต่ละบุคคลที่มีต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ในหัวข้อ ปฏิกิริยารีดอกซ์ เซลล์กัลวานิก เซลล์อิเล็กโทรไลต์ การแยกด้วยไฟฟ้า การชุบโลหะและการทำโลหะให้บริสุทธิ์ ซึ่งวัดได้จากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ที่ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และส่วนที่ 2 เป็นการเขียนให้เหตุผลที่เลือกตอบในส่วนที่ 1

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทางการแพทย์ โรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2567 จำนวน 27 คน ได้จากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง เรื่อง ไฟฟ้าเคมี จำนวน 5 แผน ได้แก่ 1) ปฏิกิริยารีดอกซ์ 2) เซลล์กัลวานิก 3) ประโยชน์ของเซลล์กัลวานิก 4) เซลล์อิเล็กโทรไลต์และการแยกด้วยไฟฟ้า และ 5) การชุบโลหะและการทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยแต่ละแผนมีรายละเอียด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

<table>
<tr><th rowspan="2">รายละเอียด</th><th colspan="5">แผนการจัดการเรียนรู้ที่</th></tr>
<tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th></tr>
<tr><td>ลักษณะของ NOS</td><td>1 - 3</td><td>1 - 3</td><td>1 และ 3</td><td>1 – 4</td><td>1 – 4</td></tr>
<tr><td>ลักษณะของ NOM</td><td>1 - 6</td><td>1 - 6</td><td>1 - 6</td><td>1 - 6</td><td>1 - 6</td></tr>
<tr><td>การจัดการเรียนรู้ขั้น 1</td><td>นักเรียนสังเกตผลการทดลองของ Zn(s) ใน $CuSO_4(aq)$</td><td>นักเรียนสังเกตผลการทดลองของ Cu(s) ใน $CuSO_4(aq)$</td><td>นักเรียนสังเกตส่วนประกอบภายในของถ่านไฟฉาย</td><td>นักเรียนวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของ C(s) ใน NaCl(aq) และต่อแบตเตอรี่</td><td>นักเรียนวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของการชุบตะปูด้วยสังกะสี</td></tr>
<tr><td colspan="6">นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเอง</td></tr>
<tr><td rowspan="2">การจัดการเรียนรู้ขั้น 2</td><td>นักเรียนทำการทดลองปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับสารละลาย</td><td>นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง เซลล์กัลวานิก</td><td>นักเรียนศึกษาหลักการทำงานของถ่านไฟฉายจากใบความรู้</td><td>นักเรียนทำการทดลองแยกสารละลาย NaCl ด้วยไฟฟ้า</td><td>นักเรียนทำการทดลองการชุบโลหะตะปูเหล็กด้วยสังกะสี</td></tr>
<tr><td colspan="5">นักเรียนนำหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากกิจกรรมมาอภิปรายและประเมินแบบจำลองทางความคิดที่สร้างขึ้นกับสมาชิกในกลุ่ม และช่วยกันปรับปรุงเป็นแบบจำลองตามมติของกลุ่ม</td></tr>
<tr><td>การจัดการเรียนรู้ขั้น 3</td><td colspan="5">นักเรียนในห้องเรียนร่วมกันดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง และช่วยกันปรับปรุงเป็นแบบจำลองตามมติของห้องเรียน</td></tr>
<tr><td>การจัดการเรียนรู้ขั้น 4</td><td colspan="5">นักเรียนใช้แบบจำลองในการอธิบายสถานการณ์อื่น ๆ และสะท้อนคิดประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลอง</td></tr>
</table>

2. แบบวัดความเข้าใจมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองฉบับคู่ขนานก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 2 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 แบบวัดมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ แบบวัดที่พัฒนาจากแบบสอบถามมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ฉบับ C มีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิด จำนวน 5 ข้อ และ

ตอนที่ 2 แบบวัดมุมมองของธรรมชาติแบบจำลอง เป็นแบบวัดจำนวน 9 ข้อ ที่ประกอบด้วยข้อความที่ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นใน 2 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วย และไม่เห็นด้วย และให้นักเรียนได้เขียนบรรยายแสดงเหตุผลประกอบความคิดเห็น (ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2556) โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนได้แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 1) เข้าใจถูกต้องชัดเจน นักเรียนตอบคำถามถูกต้อง พร้อมอธิบายเหตุผลหรือยกตัวอย่างได้ถูกต้องสมบูรณ์ และสอดคล้องกับความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติแบบจำลอง 2) เข้าใจบางส่วน หมายถึง นักเรียนตอบคำถามถูกต้อง ให้เหตุผลประกอบหรือยกตัวอย่างแสดงความเข้าใจถูกต้องบางส่วน หรือไม่สมบูรณ์ และ 3) เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ นักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง และให้เหตุผลประกอบหรือยกตัวอย่างแสดงความเข้าใจไม่สอดคล้องมุมมองของธรรมชาติแบบจำลอง หรือไม่ให้เหตุผล แบบวัดนี้มีค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 โดยฉบับก่อนเรียน มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.74 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ด้วยเทคนิค 50% อยู่ระหว่าง 0.28 – 0.48 ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.97 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้ และฉบับหลังเรียน มีค่า p อยู่ระหว่าง 0.70 – 0.80 ค่า r อยู่ระหว่าง 0.30 – 0.40 ค่าความเที่ยงมีค่าเท่ากับ .91 อยู่ในเกณฑ์เหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้

3. แบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และส่วนที่ 2 เป็นการเขียนให้เหตุผลที่เลือกตอบในส่วนที่ 1 จำนวน 20 โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนได้แบ่งเป็น 5 ระดับ ได้แก่ 1) ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญในแต่ละแนวคิด 2) ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน 3) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) คำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง หรืออธิบายเหตุผลถูกต้องแต่เลือกคำตอบผิด 4) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนผิด และการอธิบายเหตุผลแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด และ 5) ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม โดยมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 ค่า p อยู่ระหว่าง 0.45 ถึง 0.76 และค่า r อยู่ระหว่าง 0.22 ถึง 0.94 อยู่ในเกณฑ์เหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ตามขั้นตอน ดังนี้

1) ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยชี้แจงจุดประสงค์ของการศึกษาให้นักเรียนได้รับทราบ และให้นักเรียนทำแบบวัดมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบวัดมุมมองของธรรมชาติแบบจำลองฉบับก่อนเรียน เพื่อวิเคราะห์เป็นมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองก่อนเรียน โดยวิเคราะห์ทำความเข้าใจและพิจารณาข้อที่จัดกลุ่มไม่ตรงกัน เพื่อให้เกิดความคิดเห็นในการจัดกลุ่มที่ตรงกันร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษา

2) ระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง เรื่อง ไฟฟ้าเคมี และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้หลังเสร็จสิ้นจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ และทำชิ้นงานตามที่กำหนด ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนจากการสังเกต

3) หลังการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองฉบับหลังเรียน และแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนหลังเรียน โดยวิเคราะห์ทำความเข้าใจและพิจารณาข้อที่จัดกลุ่มไม่ตรงกัน เพื่อให้เกิดความคิดเห็นในการจัดกลุ่มที่ตรงกันร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้มีการใช้สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ และการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ส่วนใหญ่ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง มีมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองในแต่ละประเด็นสูงขึ้นกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยจำนวนนักเรียนที่มีมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลอง ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง ในแต่ละประเด็น ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนนักเรียนที่มีมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองที่ศึกษา	จำนวนนักเรียน (คน)					
	เข้าใจถูกต้องชัดเจน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาโดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์	8	20	16	6	3	1
การสังเกต ลงความเห็นและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	14	20	10	4	3	3
จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	20	22	6	5	1	0
มายาคติทางวิทยาศาสตร์	3	18	22	6	2	3

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองที่ศึกษา	จำนวนนักเรียน (คน)					
	เข้าใจถูกต้องชัดเจน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ความหมายของแบบจำลอง	14	21	5	3	8	3
ประเภทของแบบจำลอง	8	18	9	6	10	3
จุดประสงค์ของแบบจำลอง	14	20	8	5	5	2
การออกแบบและการสร้างแบบจำลอง	6	14	8	11	13	2
การเปลี่ยนแปลงของแบบจำลอง	15	19	10	7	2	1
ความหลากหลายของแบบจำลอง	6	18	14	7	7	2

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในหัวข้อปฏิกิริยารีดอกซ์มากที่สุด รองลงมาเป็นแผนภาพเซลล์ เซลล์อิเล็กโทรไลต์ เซลล์กัลวานิก การแยกด้วยไฟฟ้า และการชุบโลหะและการทำโลหะให้บริสุทธิ์ตามลำดับ ซึ่งสามารถสรุปจำนวน และร้อยละของนักเรียนตามระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง ในหัวข้อข้างต้น ได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ร้อยละของนักเรียนตามระดับความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง

หัวข้อ	ร้อยละความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์				
	CU	PU	PS	AC	NU
ปฏิกิริยารีดอกซ์	35.19	9.88	25.93	4.94	35.8
เซลล์กัลวานิก	14.7	5.41	15.56	4.44	57.78
แผนภาพเซลล์	16.05	9.88	28.4	0.00	45.68
เซลล์อิเล็กโทรไลต์	18.52	7.41	22.22	0.00	51.85
การแยกด้วยไฟฟ้า	16.67	1.85	24.07	0.00	57.41
การชุบโลหะและการทำโลหะให้บริสุทธิ์	11.11	4.94	18.52	0.00	65.43
ภาพรวม	18.00	6.00	22.00	2.00	52.00

เมื่อพิจารณาภาพรวม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 52 มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ในภาพรวมอยู่ในระดับ NU รองลงมาเป็น PS คิดเป็นร้อยละ 22 CU คิดเป็นร้อยละ 18 PU คิดเป็นร้อยละ 6 และนักเรียนส่วนน้อยที่สุด AC คิดเป็นร้อยละ 2

อภิปรายผลการวิจัย

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง ที่มีต่อความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์และมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทางการแพทย์ โรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร มีประเด็นอภิปรายข้อสรุปการวิจัยทั้ง 2 ข้อ ข้างต้น ดังนี้

1. การที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ส่วนใหญ่ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง มีมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองในประเด็น 1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาโดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ 2) การสังเกต ลงความเห็น และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ 3) จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4) มายาคติทางวิทยาศาสตร์ 5) ความหมายของแบบจำลอง 6) ประเภทของแบบจำลอง 7) จุดประสงค์ของแบบจำลอง 8) การออกแบบและการสร้างแบบจำลอง 9) การเปลี่ยนแปลงของแบบจำลอง และ 10) ความหลากหลายของแบบจำลอง สูงขึ้นกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้นั้น อาจเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดสามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Khishfe and Abd-El-Khalick (2002); Rudge and Howe (2009); Erumit & Yüksel (2022); อังคณา ปัทมพงศา (2555); ลลิตา มัณยานนท์ และคณะ (2557); พิมพ์พิรัญ ปัญโญ (2558); สรารัตน์ สุขผ่องใส (2558); ดวงกมล แป้นชูผล (2558); นพคุณ สุขสวัสดิ์ (2559); เยาวเรศ สังข์ทอง และ สุมาลี กาญจนชาตรี (2561) โดยความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สูงขึ้นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดนั้น เป็นผลจากการกำหนดเป้าหมายและวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการส่งเสริมความเข้าใจในประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นองค์ความรู้ด้านพุทธิพิสัยที่สามารถพัฒนาได้ผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม การจัดการเรียนรู้จึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ และสะท้อนมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งเชื่อมโยงกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002) ทั้งนี้เมื่อนำแนวทางดังกล่าวมาพัฒนาเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้งที่ให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนสะท้อนคิดทั้งประเด็นที่เกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองที่พบระหว่างการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองเพิ่มขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพได้เช่นกัน ซึ่งจากพฤติกรรมระหว่างเรียนรู้ สามารถชี้ให้เห็นว่าเมื่อมีการสะท้อนคิดเกี่ยวกับมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองอย่างละเอียดครบถ้วนแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่อ

นักเรียนมีการสะท้อนคิดในประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองที่ได้เรียนมาแล้วอย่างละเอียดครบถ้วน จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลุ่มลึกมากขึ้น อีกทั้งการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้งในแต่ละครั้งของการจัดการเรียนรู้ยังทำให้นักเรียนจดจำมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองที่ถูกต้องได้ อย่างไรก็ตาม พฤติกรรมการไม่ตั้งใจเรียนของนักเรียนส่วนน้อยก็ส่งผลให้มีมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองที่ไม่แตกต่างไปจากก่อนเรียนรู้

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง สามารถพัฒนามุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองของนักเรียนได้ เมื่อเปรียบเทียบมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองของนักเรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนโดยภาพรวม ที่พบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์มากกว่าความเข้าใจธรรมชาติแบบจำลองนั้น อาจมีสาเหตุจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีการสอดแทรกตัวชี้วัดหรือผลลัพธ์การเรียนรู้ด้านธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างเป็นทางการ ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560) จึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์มากกว่าความเข้าใจธรรมชาติแบบจำลองที่ไม่มีการสอดแทรกตัวชี้วัดหรือผลลัพธ์การเรียนรู้ด้านธรรมชาติแบบจำลองในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองได้เป็นอย่างดี แต่อาจไม่สามารถทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจถูกต้องชัดเจนได้ทั้งหมด เนื่องจากยังคงมีนักเรียนที่เข้าใจบางส่วน และเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจอยู่ แต่มีจำนวนลดลงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยก่อนหน้าที่สรุปไว้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองได้ (ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2556; สราวุธ แท่นจินดารัตน์, 2559) และการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด (กาญจนา มหาลี และ ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2553; อังคณา ปัทมพงศา, 2555; ณัฐกาญจน์ เตจ๊ะเทพ, 2558; สรารัตน์ สุขผ่องใส, 2558; นพคุณ สุขสวัสดิ์, 2559; รัฐพงศ์ วงค์เขื่อนแก้ว, 2564) สามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้นเมื่อนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 รูปแบบมาประยุกต์เข้าด้วยกัน จะสามารถพัฒนาได้ทั้งมุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองโดยพร้อมกันได้

2. นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ในหัวข้อปฏิกิริยารีดอกซ์มากที่สุด ซึ่งอาจเป็นผลจากลักษณะของเนื้อหาในหัวข้อปฏิกิริยารีดอกซ์นั้นไม่ซับซ้อน นักเรียนสามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาได้ชัดเจน (สนทยา บังพรม, 2558; Tang et al., 2024) ขณะที่นักเรียนยังคงมีความเข้าใจมโนมติใน เรื่อง การชุบโลหะและการทำโลหะให้บริสุทธิ์น้อยที่สุดนั้น อาจเป็นผลจากการที่กิจกรรมการเรียนรู้และเนื้อหาส่วนใหญ่ในเรื่องนี้ เป็นการนำความรู้จากที่เรียนเกี่ยวกับไฟฟ้าเคมี เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลต์ มาประยุกต์ใช้ ทำให้นักเรียนสับสนในหลักการหรือปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้วไฟฟ้า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสนทยา บังพรม (2558) และ Ali et al. (2022)

จากผลการวิจัย พบว่า มีนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 18 มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ในภาพรวมในระดับ CU แม้จะเป็นจำนวนน้อย แต่ก็แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง สามารถพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฏฐ์นภันต์ กตัญรัตน์ และ สุวัตร นานันท์ (2558) ที่สนับสนุนว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ได้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยเฉพาะในขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้ประเมินและปรับปรุงแบบจำลองนั้น แสดงถึงการสะท้อนความรู้ความเข้าใจที่เพิ่มขึ้น และการที่นักเรียนได้นำความรู้และแบบจำลองไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ใหม่ได้ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม นักเรียนส่วนใหญ่ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 52 มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ในภาพรวม อยู่ในระดับ NU ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้ ไม่ตอบคำถาม หรือตอบคำถามผิด และไม่เขียนอธิบายเหตุผล ขณะที่นักเรียนร้อยละ 22 ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน นักเรียนส่วนมากตอบคำถามถูก แต่ไม่เขียนอธิบายเหตุผลประกอบเช่นกัน ซึ่งน่าจะเป็นผลจากพฤติกรรมการทำข้อสอบของนักเรียน โดยพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฏฐ์นภันต์ กตัญรัตน์ และ สุวัตร นานันท์ (2558) จึงทำให้ผู้วิจัยไม่สามารถบอกได้ว่า แท้จริงแล้ว นักเรียนกลุ่มนี้ มีความเข้าใจมโนมติหรือไม่ อย่างไร ทั้งนี้จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน อาจมีสาเหตุมาจากการจัดสอบในคาบเรียนสุดท้ายของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ทำให้นักเรียนให้ความสำคัญกับการทำกิจกรรมอื่น นักเรียนจึงเร่งทำข้อสอบให้เสร็จโดยไม่ผ่านการคิดวิเคราะห์ เพื่อรีบออกจากห้องสอบ อีกทั้งนักเรียนบางส่วนไม่ให้ความสำคัญกับคะแนนและผลการเรียนในภาคเรียนที่ 2 เนื่องจากนักเรียนสามารถเข้าศึกษาในระดับอุดมศึกษาได้ตามความคาดหวังของตนเองแล้ว หรือมีจุดมุ่งหมายในการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาในระดับอุดมศึกษาในรอบแฟ้มสะสมผลงาน และรอบโควตา รวมถึงการศึกษาต่อต่างประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เกรดเฉลี่ย 5 ภาคเรียน ทำให้นักเรียนไม่ตั้งใจทำแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์อย่างเต็มที่ ซึ่งสอดคล้องกับปัญหาการขาดเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่งของมหาวิทยาลัยของรัฐ ในภาคตะวันออกที่ศึกษาโดย สิริยุพิน ศุภ์ธนัชภัคชนา (2562) ซึ่งสนับสนุนว่า ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นช่วงที่นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาในระดับอุดมศึกษามากกว่าการศึกษาในโรงเรียน ทำให้พบปัญหาการขาดเรียนในช่วงเตรียมตัวเข้าศึกษาระดับอุดมศึกษา และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี กับคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 2 วิชาเคมี พบว่า คะแนนมีความสอดคล้องกัน โดยนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนนสอบปลายภาคเกินร้อยละ 50 ส่วนมากเป็นนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี อยู่ในระดับ CU และ PU ส่วนนักเรียนที่ได้คะแนนสอบปลายภาคน้อยกว่าร้อยละ 50 ส่วนใหญ่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ NU นอกจากนี้การที่นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ในระดับ NU นั้น อาจมีสาเหตุมาจาก เนื้อหาไฟฟ้าเคมีมีการอธิบายปรากฏการณ์ที่เป็นนามธรรม จึงทำให้นักเรียนมีมโนมติที่ไม่ถูกต้องได้ง่าย (สนทยา บังพรม, 2558) อีกทั้งเนื้อหาไฟฟ้าเคมียังมีคำศัพท์เฉพาะที่นักเรียนไม่คุ้นเคย ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถอธิบายกระบวนการและปฏิกิริยาในระดับ

จุลภาคได้ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ใช้วิธีการจำความหมายของคำศัพท์มากกว่าการทำความเข้าใจ ทำให้นักเรียนสับสนในการเลือกใช้คำศัพท์ จึงส่งผลให้เกิดความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง (Bong & Lee, 2016) สะท้อนว่าการจัดการเรียนรู้นี้อาจยังต้องได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมมโนมติของผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่างนี้ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น หรือควรพัฒนาเครื่องมือวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับพฤติกรรมไม่เขียนเหตุผลประกอบของนักเรียน และควรศึกษาหาแนวปฏิบัติที่เหมาะสมต่อไป

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ควรปรับรูปแบบในการสะท้อนคิดในประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลองในรูปแบบที่หลากหลาย เนื่องจากนักเรียนอาจจำคำตอบหรือการสะท้อนคิดจากการจัดการเรียนรู้ในครั้งก่อนหน้ามาตอบ รวมถึงทำให้การดึงดูดความสนใจจากผู้เรียนน้อยลงจากรูปแบบการสะท้อนคิดแบบเดิมในทุกครั้ง

2. ในการตอบแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลอง และแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ควรกำชับให้นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบให้ละเอียดและตรงกับความคิดของนักเรียน เพื่อสะท้อนความเข้าใจของนักเรียนให้ได้ถูกต้องมากที่สุด

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการประยุกต์รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง ไปปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาอื่น นักเรียนระดับชั้นอื่น หรือวิชาอื่น ๆ ต่อไป

2. ควรมีการศึกษาหาแนวปฏิบัติที่ดี ปรับเปลี่ยนช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล หรือสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนคิดอย่างชัดแจ้ง เพื่อพัฒนามุมมองของธรรมชาติวิทยาศาสตร์และแบบจำลอง และแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาเคมี ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่อยู่ในช่วงเตรียมความพร้อมเข้าสู่การศึกษาในระดับอุดมศึกษา

รายการอ้างอิง

กาญจนา มหาลี และ ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2553). *ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2563). *กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เคมี*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฏฐ์นภันต์ กตัญรัตน์ และ สุวัตร นานันท์. (2558). การศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ MIS เรื่อง ไฟฟ้าเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา) สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 3*(1), 82–92.

ณัฐกาญจน์ เตจ๊ะเทพ. (2558). *การศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการสอนเชิงชัดเจน* [วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ดวงกมล แป้นชูผล. (2558). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการอภิปรายสะท้อนความคิด ในหน่วยการเรียนรู้สภาพสมดุล* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยรังสิต https://doi.org/10.14458/RSU.res.2015.30

ธนาศวรรย์ สมไพบูลย์. (2562). *การศึกษาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบจำลองเป็นฐาน* [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ธันย์ชนก ผินอินทร์. (2564). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

นพคุณ สุขสวัสดิ์. (2559). *การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด*. ใน รายงานการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 38 “บัณฑิตศึกษากับการพัฒนาสู่โลกาภิวัตน์” (หน้า 768–777). มหาวิทยาลัยนเรศวร.

พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2552). *สอนวิทยาศาสตร์อย่างที่วิทยาศาสตร์เป็น*. *วารสารวิทยาศาสตร์*, *63*(1), 84–89.

พิมพ์พิรัญ ปัญโญ. (2558). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งร่วมกับการอภิปรายสะท้อนความคิด: เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส* [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2556). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เยาวเรศ สังข์ทอง และ สุมาลี กาญจนชาตรี. (2561). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนแบบชัดแจ้ง*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, *30*(3), 86–95.

รัฐพงษ์ วงค์เขื่อนแก้ว. (2564). *ผลการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีต่ออัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลลิตา มัณยานนท์, พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, และ เฉลิมพล กาญจนวรินทร์. (2557). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปีที่ 3 ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง*. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52: สาขาศึกษาศาสตร์*. (หน้า 48–55). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สืบค้นจาก https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/BKN_SCI/search_detail/dowload_digital_file/13772/52037

วิษณุ สุทธิวรรณ. (2563). *การศึกษาและเปรียบเทียบการรับรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และปรัชญาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี*. *วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, *10*(2), 43–55.

ศุภกาญจน์ รัตนกร. (2552). *การศึกษาแบบจำลองทางความคิดและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด–เบส* [วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กระทรวงศึกษาธิการ.

สนทยา บ้งพรม. (2558). *การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ในขั้นขยายความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

สรารัตน์ สุขผ่องใส. (2558). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส* ใน *การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53* (หน้า 187–194). กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

สราวุธ แท่นจินดารัตน์. (2559). *การพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พันธะโคเวเลนต์และความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560*. สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560): กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

สิริมล มาฆทาน. (2563). *การพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง กรด–เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

สิริยุพิน ศุภ์ธนัชภัคชนา. (2562). สาเหตุการขาดเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และการแก้ไข. *Humanities, Social Sciences, and Arts*, *12*(1), 1226–1241.

สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี และ อัมพลิกา ประโมจนีย์. (2551). *ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันพรุ่งนี้: รายงานการประเมินผลการเรียนรู้จาก PISA 2006*. เซเวน่า พริ้นติ้งกรุ๊ป.

อนุพงศ์ ไพรศรี, ชาตรี ฝ่ายคำตา, และ วิทยา ปั้นสุวรรณ. (2560). *แบบจำลองทางความคิด เรื่อง สมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55 (หน้า 1–8). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อังคณา ปัทมพงศา. (2555). *การพัฒนาแนวคิด เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงและมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนเชิงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อาดีละห์ เจ๊ะแม, ณัฐนี โมพันธ์, และ มัฮดี แวดราแม. (2561). *ผลของการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. *Princess of Naradhiwas University Journal of Humanities and Social Sciences*, *5*(1), 11–23. https://so05.tci-thaijo.org/index.php/pnuhuso/article/download/110093/86366

Ali, M. T., Woldu, A. R., & Yohannes, A. G. (2022). High school students' learning difficulties in electrochemistry: A mini-review. *African Journal of Chemical Education, 12*(2), 202–237.

Bong, A. Y. L., & Lee, T. T. (2016). Form four students' misconceptions in electrolysis of molten compounds and aqueous solutions. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 17*(1)

Coll, R. K. (2006). *Metaphor and analogy in science education*. Springer.

Erumit, B. A., & Yüksel, T. (2022). Developing and using physical dynamic models on socioscientific issues to present nature of science ideas. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *21*(4), 1031–1056. https://doi.org/10.1007/s10763-022-10296-0

Gilbert, J.K. (2005). *Visualization in Science Education.* Springer.

Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching, 28*(9), 799-822.

Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education, 70*(9), 701. https://doi.org/10.1021/ed070p701

Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, *39*(6), 551–578. https://doi.org/10.1002/tea.10036

Klopfer, L. E. (1971). Individualized science: Relevance for the 1970's. *Science Education, 55*(4), 345–353. https://doi.org/10.1002/sce.3730550403

Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, *39*(6), 497–521. https://doi.org/10.1002/tea.10034

McComas, W. F. (2000). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies*. https://doi.org/10.1007/978-94-011-3947-5_5

OECD. (2013). *PISA 2015 Draft Science Framework*. Organisation for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf

Rea-Ramirez, M. A., Clement, J., & Núñez-Oviedo, M. C. (2008). An instructional model derived from model construction and criticism theory. In J. J. Clement & M. A. Rea-Ramirez (Eds.), *Model Based Learning and Instruction in Science*. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6494-4_2

Rudge, D. W., & Howe, E. M. (2009). *An explicit and reflective approach to the use of history to promote understanding of the nature of science*. *Science & Education, 18*(5), 561–580. https://doi.org/10.1007/s11191-007-9088-4

Tang, W., Qian, Y., Wang, H., Wen, J., Huang, J., Zhu, X., & Wang, Y. (2024). Students' conceptual structures regarding redox reaction: Combining multidimensional scaling and hierarchical cluster analysis approaches. *Journal of Baltic Science Education*, *23*(1), 164-174. https://doi.org/10.33225/jbse/24.23.164

Thiele, R. B., & Treagust, D. F. (1991, June). *Using analogies in secondary chemistry teaching* (Research Report). ERIC. https://eric.ed.gov/?id=ED356137

Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, *24*(4), 357–368. https://doi.org/10.1080/09500690110066485