

การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส*

อารียา วิจิตรอมรเลิศ¹ กัญสพัฒน์ สิริธิวรโชติ² กิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ^{3*}

¹โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพฯ

²⁻³กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนศรีธนาสมุทร

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรสาคร สมุทรสงคราม

*Corresponding author e-mail: kittiwat@sattha.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส ในงานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้การศึกษาแบบกลุ่มเดียวและวัดคะแนนก่อน-หลังการทดลอง มีกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนศรีธนาสมุทร จำนวน 29 คน และมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน มีการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบด้วยสถิติ t-test Dependent sample ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: สมรรถนะ; ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์; แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น; ปัญหาเป็นฐาน

*Received: 4 January 2024, Revised: 26 February 2024, Accepted: 28 February 2024

The Development Of Scientific Explanation Competency Through Scientific Inquiry-Based Learning, Using A 5-Step Learning Management Process, Combined With Problem-Based Learning On Acids And Bases*

Arriya Wijitamornloet¹ Kunsapat Sitthibowonchot² Kittiwat Ditprasert^{3*}

¹Assumption College, Bangrak, Bangkok, Thailand

²⁻³Science and Technology learning groups Sattha Samut School
Samut Sakhon and Samut Songkhram Secondary Educational Service Area Office

*Corresponding author e-mail: kittiwat@sattha.ac.th

ABSTRACT

This pre-experimental research aims to investigate the effects of developing competency in scientific explanation using inquiry-based learning combined with problem-based learning on acids and bases. The study employed a one-group pretest-posttest design, which involving eleventh-grade students in the second semester of the academic year 2023 at Satthasamut School, totaling 29 participants. Research tools included specific lesson plans, a competency test assessing the ability to explain scientific phenomena, and a satisfaction questionnaire. Statistical analysis involved calculating the mean, standard deviation, and the t-test for dependent samples. The results indicated that students demonstrated a statistically significant increase in their competency to explain scientific phenomena compared to their pre-lesson competency, with a significance level of .05.

Keywords: Competency; Scientific phenomena; Inquiry-Based Learning; Problem-Based Learning

บทนำ

การจัดการเรียนรู้ของประเทศไทยตลอดระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมา มุ่งเน้นปลูกฝังให้ผู้เรียนเรียนรู้แบบท่องจำเนื้อหา เพื่อนำไปใช้ในการสอบมากกว่าการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้เพื่อนำไปประยุกต์ได้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเมื่อพิจารณาจากคะแนนผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐานหรือ O-NET ย้อนหลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2563 –2565 พบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ 32.68, 28.65 และ 28.08 คะแนนตามลำดับจากผลคะแนนข้างต้นแสดงถึงคุณภาพของผู้เรียนที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยและมีแนวโน้มลดลงในทุกปี (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2566) และเมื่อพิจารณาผลการทดสอบระดับนานาชาติ (PISA) ซึ่งเป็นการประเมินคุณภาพระบบการศึกษาของประเทศต่าง ๆ ในการเตรียมความพร้อมผู้เรียนให้มีคุณภาพและศักยภาพพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต โดยประเมินจากสมรรถนะของผู้เรียนอายุ 15 ปี ทั่วโลก ในวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และการอ่าน โดยวิชาวิทยาศาสตร์เป็นการประเมินความ

*Received: 4 January 2024, Revised: 26 February 2024, Accepted: 28 February 2024

ฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หรือสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายถึงความสามารถของบุคคลที่มีส่วนร่วมในการอธิบายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ความยั่งยืน และเทคโนโลยีได้อย่างสมเหตุสมผล เพื่อนำไปสู่การลงมือกระทำได้ ซึ่งสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ด้าน คือ 1) การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ คือ ผู้เรียนมีความสามารถในการรับรู้ เสนอและประเมินคำอธิบายเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การมีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2017)

สำหรับผลการประเมิน PISA 2022 ในระดับนานาชาติพบว่าประเทศสมาชิก OECD มีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 472 คะแนน ด้านวิทยาศาสตร์ 485 คะแนน และด้านการอ่าน 476 คะแนน ซึ่งเมื่อเทียบกับผลการประเมิน PISA 2018 พบว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD ด้านคณิตศาสตร์และการอ่านลดลง แต่ด้านวิทยาศาสตร์ถือว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางสถิติ สำหรับประเทศไทยมีผลการประเมิน PISA 2022 ด้านวิทยาศาสตร์เท่ากับ 409 คะแนน เมื่อเทียบกับคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ของ OECD 485 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนที่ใช้เป็นมาตรฐาน พบว่าผลการประเมินของนักเรียนไทยมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานและเมื่อนำไปเทียบกับผลการประเมิน PISA 2018 พบว่าคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์มีค่าลดลง โดยลดลงไป 17 คะแนน นอกจากนี้เมื่อรายงานผลเป็นระดับความสามารถในแต่ละด้านซึ่งแบ่งเป็น 6 ระดับ โดยที่ระดับ 2 ถือเป็นระดับพื้นฐานที่นักเรียนสามารถใช้ทักษะและความรู้ในชีวิตจริงได้ ผลการประเมิน พบว่านักเรียนไทยที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไปอยู่ 47% ส่วนประเทศสมาชิก OECD มีนักเรียนที่มีความสามารถตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไปอยู่ 76% (OECD, 2023) จากผลการประเมินที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยยังขาดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คือยังมีความรู้และทักษะไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คือความสามารถในการเข้าใจ ประยุกต์ใช้ สร้าง รวมถึงประเมินคำอธิบายและแนวทางแก้ไขของปัญหาหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและทางเทคโนโลยี ซึ่งผู้เรียนที่มีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จะสามารถนำความรู้ที่มี มาใช้สร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่พบเห็นได้ นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถทำนายผลและสามารถวางแผนแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ รวมทั้งสามารถใช้แบบจำลองวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และสามารถเข้าใจหรือสร้างสมมติฐานเชิงอธิบายในบริบทที่ยังไม่มีข้อมูลหรือความรู้ในเรื่องนั้น ๆ นอกจากนี้ ผู้เรียนยังต้องอธิบายถึงศักยภาพของการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับสังคมได้ เช่น การใช้ความรู้เกี่ยวกับเคมีเพื่อการแก้ปัญหาพลังงานที่ยั่งยืน เรื่อง การพัฒนาแบตเตอรี่สำหรับรถยนต์ไฟฟ้า (OECD, 2023)

วิชาเคมีเป็นสาขาหนึ่งในวิชาวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง คุณสมบัติ และการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบต่าง ๆ ของสารที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ จัดเป็นวิชาที่มีความเป็นนามธรรมสูง ทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ประสบปัญหาในการเรียน และเห็นว่าการเรียนและการทำความเข้าใจเนื้อหาวิชาเคมีเป็นเรื่องยาก ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของผู้เรียนตกต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานผลการทดสอบ A-Level รายวิชาเคมี ประจำปี 2566 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.403 และมีผู้สอบผ่านเพียง 1,264 คน จาก 89,568 คน คิดเป็นร้อยละ 1.41 (ที่ประชุมอธิการบดีแห่งประเทศไทย, 2567) และเมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ ผู้วิจัยจึงทำการสอบถามความคิดเห็นจากนักเรียน ถึงสาเหตุที่ส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนต่ำ สาเหตุส่วนใหญ่มาจากเนื้อหาที่มีความยากและเป็นนามธรรม ทำให้ขาดแรงจูงใจในการเรียน รวมถึงนักเรียนไม่ทราบว่าความรู้ที่ได้เรียนจะสามารถนำไปใช้อย่างไร

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning; PBL) คือการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหา โดยผู้สอนจะทำหน้าที่จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เพื่อกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นและสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการศึกษาค้นคว้า การแก้ปัญหาและการสร้างความรู้ใหม่ นอกจากความรู้ที่ผู้เรียนจะได้รับหลังการเรียนรู้แบบดังกล่าวแล้ว ผู้เรียนยังได้เรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติ ได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ รวมถึงฝึกการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 (Dolmans, Grave, Wolhagen, & Vleuten, 2005) และเมื่อศึกษางานวิจัยที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานในวิชาเคมี เรื่อง ความแรงของกรด-เบส พบว่า ผู้เรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบดังกล่าว มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าผู้เรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยมีครูเป็นศูนย์กลาง (Tarhan & Acar-Sesen, 2013) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเพิ่มทักษะในการแก้ปัญหา วิชาเคมี พบว่าหลังเรียน ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาที่ดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Valdez & Bungihan, 2019)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (Inquiry-Based Learning; 5E) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์ตรงผ่านการศึกษาและค้นคว้า 5 ขั้นตอน เพื่อสร้างความรู้ของตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีผู้สอนคอยสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ แก้ปัญหา และสามารถนำความรู้ที่สร้างขึ้นมาใช้ในชีวิตประจำวัน (ทิตินา แคมมณี, 2560) โดยมีงานวิจัยที่ทำการศึกษาค้นคว้าผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่องสมดุลเคมี พบว่า ผู้เรียนที่ได้เรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด (อับดุลเลาะ อุมาร์, 2560)

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Pre-Experimental Research) โดยทำการศึกษาแบบกลุ่มเดียวและวัดค่าคะแนนก่อน-หลังการจัดการเรียนรู้ (One Group Pretest-Posttest Design) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการวิจัยภายใต้ขอบเขตและรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในงานวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนศรีธาสุมทร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรสาคร สมุทรสงคราม จำนวน 4 ห้องเรียน รวม 149 คน

กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนศรีธาสุมทร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรสาคร สมุทรสงคราม จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 29 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) จากห้องที่ผู้สอนเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส จำนวน 3 แผน รวม 14 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้
 - แผนที่ 1 เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างกรด-เบส จำนวน 5 คาบ
 - แผนที่ 2 เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส จำนวน 6 คาบ
 - แผนที่ 3 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ จำนวน 3 คาบ

โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระเพิ่มเติมเคมี จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

1.2 ศึกษาเอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องแล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วง 0.67 - 1.00

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วมาแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์แล้วไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ชนิดเขียนตอบ จำนวน 9 ข้อ โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีและหลักการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

2.2 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระเพิ่มเติมเคมี จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

2.3 ศึกษาารูปแบบข้อสอบวัดสมรรถนะทางด้านวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (PISA)

2.4 ศึกษาเกณฑ์การประเมินระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของ PISA

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส จำนวน 1 ฉบับ ชนิดเขียนตอบ จำนวน 9 ข้อ

2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องแล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วง 0.67 - 1.00

2.6 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบแล้วมาแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญโดยนำมาคัดเลือกข้อสอบให้เหลือจำนวน 4 ข้อ

2.7 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2.8 นำแบบทดสอบที่สมบูรณ์แล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องกรด-เบส จำนวน 10 ข้อ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจและวิธีประเมินความพึงพอใจ

3.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ 1 ฉบับ จำนวน 10 ข้อ พร้อมข้อเสนอแนะ ซึ่งเป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ (Rating Scale) โดยมีการแปลผลค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจตามเกณฑ์ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
4.51 – 5.00	ความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
3.51 – 4.50	ความพึงพอใจในระดับมาก
2.51 – 3.50	ความพึงพอใจในระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	ความพึงพอใจในระดับน้อย
1.00 – 1.50	ความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

3.3 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องแล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

3.4 นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบแล้วมาแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.5 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.6 นำแบบสอบถามที่สมบูรณ์แล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การดำเนินการทดลอง

1. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวิชา เคมี เรื่องกรด-เบส โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง

2. ดำเนินการทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยแบบทดสอบมีดัชนีความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้ออยู่ในช่วง 0.36 – 0.44 และ 0.54 – 0.75 ตามลำดับ

3. ดำเนินการใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาในครั้งนี้ ใช้รูปแบบการศึกษาแบบกลุ่มเดียวและวัดค่าคะแนนก่อน-หลังการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ paired sample t-test แบ่งเป็นค่าทางสถิติ ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$)

2. ค่าสถิติ t-test Dependent sample

ผลการวิจัย

การศึกษามผลการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนศรีทราสมุทร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรสาคร สมุทรสงคราม โดยทำการเปรียบเทียบจากคะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อน

และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส ได้ผลการวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส

ผลการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้าน	ก่อนใช้	หลังใช้
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การจัดการเรียนรู้	การจัดการเรียนรู้
ผ่าน	18 คน (ร้อยละ 62.07)	29 คน (ร้อยละ 100)
ไม่ผ่าน	11 คน (ร้อยละ 37.93)	0 คน (ร้อยละ 0)

จากตารางที่ 1 พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส มีผลการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีผู้เรียนที่ผ่านการประเมินก่อนเรียนจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 62.07 และผู้เรียนที่ผ่านการประเมินหลังเรียนจำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00

ตารางที่ 2 คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน เมื่อจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องกรด-เบส คะแนนเต็ม 20 คะแนน

สมรรถนะทางด้านวิทยาศาสตร์	ก่อนใช้การจัดการเรียนรู้			หลังใช้การจัดการเรียนรู้			ค่าสถิติ
ด้านการอธิบาย							
ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	N	$\bar{x}$	S.D.	N	$\bar{x}$	S.D.	t
กลุ่มทดลอง	29	11.50	4.70	29	16.28	1.44	5.37

* P-value < .05

จากตารางที่ 2 พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส มีค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ย 11.50 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.70 และหลังเรียนผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ย 16.28

คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.44 จึงสรุปได้ว่าผู้เรียนมีคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องกรด-เบส สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส

รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.55	0.51	มากที่สุด
รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา สาระเหมาะสม	4.52	0.51	มากที่สุด
เนื้อหา สาระการเรียนรู้ที่เรียน เป็นเรื่องที่ น่าสนใจ	4.48	0.51	มาก
เนื้อหา สาระสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.55	0.57	มากที่สุด
เนื้อหา สาระไม่ซับซ้อน ยุ่งยาก เข้าใจได้ง่าย	4.10	0.49	มาก
รวม ด้านเนื้อหา	4.44	0.52	มาก
ด้านการจัดการเรียนรู้			
การจัดการเรียนรู้ มีเทคนิคในการถ่ายทอด น่าสนใจ	4.59	0.50	มากที่สุด
การจัดการเรียนรู้ เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้	4.86	0.35	มากที่สุด
การจัดการเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้	4.38	0.49	มาก
การจัดการเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิด วิเคราะห์ สรุปความรู้	4.79	0.41	มากที่สุด
การจัดการเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	4.90	0.31	มากที่สุด
รวม ด้านการจัดการเรียนรู้	4.70	0.41	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส มีผลการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ 1) ด้านเนื้อหา ผู้เรียนมีความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.44$, S.D. = 0.52) โดยความพึงพอใจสูงสุด คือ เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา สาระสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.55$) 2) ด้านการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนมีความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.70$, S.D. = 0.41) โดยความพึงพอใจสูงสุด คือ การจัดการเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีความพึงพอใจ

อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.90$) นอกจากนี้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นผ่านข้อเสนอแนะว่า เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทำให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้มากขึ้น และเมื่อนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ ทำให้นักเรียนรู้สึกว่าเคมีเป็นเรื่องใกล้ตัวและอยากเรียนรู้เพิ่มเติมอีก

อภิปรายผล

การวิจัย เรื่อง ผลการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนศรีธธาสมุทร สามารถสรุปผลและอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ผลการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1) ขั้นกระตุ้นความสนใจ เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในสิ่งที่ จะเรียนรู้ โดยเลือกใช้คำถามที่เป็นปัญหาที่นักเรียนเคยพบในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนมีความสนใจเพิ่มขึ้น ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนจะเริ่มกำหนดปัญหา ทำความเข้าใจกับปัญหา และมีการใช้ประสบการณ์เดิมในการตั้งสมมติฐาน ขั้นที่ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนจะเริ่มทำการศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ ผ่านการทดลอง สำรวจ สืบค้นข้อมูลหรือแลกเปลี่ยนประสบการณ์ โดยมีครูคอยให้คำแนะนำ ขั้นที่ 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อค้นพบที่ได้จากการสำรวจและค้นหา มาทำความเข้าใจ และลงข้อสรุปในเรื่องนั้น ๆ ขั้นที่ 4) ขั้นขยายความรู้ และสังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อค้นพบที่ได้มาเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ รอบตัว แล้วนำมาสังเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และขั้นที่ 5) ขั้นประเมิน และนำเสนอผลงาน เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้นำความรู้ที่ได้จากการสังเคราะห์มาประเมินค่าของ คำตอบว่าเหมาะสม ถูกต้องหรือไม่ ซึ่งจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่านักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ ผ่านการค้นหาและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีการเรียนรู้อย่างเข้าใจและสามารถจดจำได้นานยิ่งขึ้น ซึ่งนักเรียนจะสามารถสร้างความรู้ แก้ปัญหา และนำความรู้ที่สร้างขึ้นมาใช้ในอนาคตได้ นอกจากนี้ผลการศึกษาที่ได้ ยังสอดคล้องกับการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้เกมกระดาน เรื่อง ดาวในระบบสุริยะ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเกมกระดาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ .05 และมีความพึงพอใจต่อการเรียนในระดับมากที่สุด (สาอาเดธ หนูนุ้ย และน้ำเพชร นาสารีย์, 2566) และยังสอดคล้องกับการศึกษาที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหา

เป็นฐานร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้หลังจากจัดการเรียนรู้ พบว่าผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง (กนกกาญจน์ บุตดี, 2561)

2. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส พบว่า เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบดังกล่าว มีผลการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ 2 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านเนื้อหาผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.44$, $S.D. = 0.52$) โดยความพึงพอใจสูงสุด คือ เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหาสาระสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ 2) ด้านการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.70$, $S.D. = 0.41$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ความพึงพอใจรวมของผู้เรียนอยู่ในระดับมาก โดยผู้เรียนมีความพึงพอใจด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้สูงสุด รองลงมา คือด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ตามลำดับ (กนกกาญจน์ บุตดี, 2561)

ข้อเสนอแนะการวิจัย

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องสืบค้นข้อมูล ความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้และประสบการณ์เดิมแตกต่างกัน ทำให้ผู้เรียนบางคนใช้เวลาในการค้นหาข้อมูลค่อนข้างมาก ผู้สอนจึงต้องยืดหยุ่นเวลาให้กับนักเรียนตามความเหมาะสม
2. ผู้สอนควรวางแผนการมอบหมายงานการสืบค้นข้อมูลไว้ล่วงหน้า เพื่อให้ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหามาก่อนเรียน ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาในการสืบค้นข้อมูลได้
3. ผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนได้ร่วมแลกเปลี่ยนความรู้ และแสดงความคิดเห็น โดยผู้สอนทำหน้าที่คอยชี้แนะและสนับสนุน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้ด้วยตนเอง

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับงานวิจัยที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอื่น ๆ เทียบกับแบบดังกล่าว

องค์ความรู้ใหม่

จากงานวิจัย เพื่อศึกษาผลการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ร่วมกัน 2 รูปแบบ คือ 1) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และ 2) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนศรีธธาสมุทร พบว่าสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ ดังนี้ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และ 2) แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ชนิดเขียนตอบ จำนวน 9 ข้อ ที่สามารถใช้ในการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

เอกสารอ้างอิง

- กนกกาญจน์ บุตดี. (2561). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ทิศนา ขัมมณี. (2560). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ที่ประชุมอธิการบดี. (2566). รายงานค่าสถิติพื้นฐานการสอบ A-Level ประจำปี 2566. ที่ประชุมอธิการบดีสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2566). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2565. กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน)
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2565). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2564. กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน)
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2564). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2563. กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน)

- หมื่นนัย สาอาตะย์ และนาสารีย์ น้ำเพชร. (2556). การศึกษาผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ การใช้เกมกระดาน เรื่อง ดาวในระบบสุริยะ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ เชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการและวิจัยมหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ*, 13(3), 1-15.
- อับดุลเลาะ อุมาร์. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่องสมดุลเคมี ที่มีต่อแบบจำลองทางความคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเดชะปัตตณยานุกูล จังหวัดปัตตานี. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- Dolmans, D. H., De Grave, W., Wolhagen, I. H., & van der Vleuten, C. P. (2005). Problem-based learning: future challenges for educational practice and research. *Medical education*, 39(7), 732–741.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2017), *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving, revised edition*. Paris: OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (2023), *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. Paris: OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (2023), *PISA 2025 SCIENCE FRAMEWORK (DRAFT)*. Paris: OECD Publishing.
- Tarhan, L., & Acar-Sesen, B. (2013). Problem Based Learning In Acids And Bases: Learning Achievements And Students' Beliefs. *Journal of Baltic Science Education*, 12(5), 565-578.
- Valdez, J., & Bungihan, M. (2019). Problem-based learning approach enhances the problem solving skills in chemistry of high school students. *Journal of Technology and Science Education*, 9(3), 282-294.