



การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

An Action Research on the Development of Grade XI Student's Scientific Reasoning in the Topic of Acid-Base Using Context-based Learning Approach

วราพร รัศมีจาทูรงค์^{1*} ดวงฤทัย ศรีแดง² และ อรพรรณ สมประสงค์²

Warapohn Rassameejaturong^{1*} Duangruthai Sridaeng² and Oraphan Thongprasong²

¹สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครูสุริยเทพ มหาวิทยาลัยรังสิต ปทุมธานี ประเทศไทย

²ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ปทุมธานี ประเทศไทย

¹Department of Science Teaching, Suryadhep Teacher College, Rangsit University, Pathum Thani, Thailand

²Department of Chemistry, Faculty of Science, Rangsit University, Pathum Thani, Thailand

*Corresponding author, E-mail: Warapohn.rsm@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยปฏิบัติการนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางในการพัฒนาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในเรื่องกรด-เบส และศึกษาพัฒนาการของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่องกรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน โดยมีกลุ่มเป้าหมายจำนวน 45 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเรื่องกรด-เบส จำนวน 5 แผน รวมเวลาทั้งสิ้น 13 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที และใช้เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติงาน ได้แก่ ใบกิจกรรมของนักเรียน อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย แบบบันทึกข้อเสนอแนะจากครูที่เลี้ยง แบบสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในเรื่องกรด-เบส และเครื่องมือที่ใช้ประเมินผลวิจัย คือ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่าหลังจากจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนทุกคนมีพัฒนาการในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น เมื่อคิดเป็นคะแนนพัฒนาการพบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น 0.48 การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาได้จากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้เหตุผล การใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นกระบวนการคิดวิเคราะห์ รวมทั้งกิจกรรมที่ให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการหาคำตอบและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน

คำสำคัญ: การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน การวิจัยปฏิบัติการ



Abstract

This action research aimed to study a good teaching practice and the development of grade XI student's scientific reasoning in a topic of acids and bases by using context-based learning approach. The focus group consisted of 45 students. The research instruments were composed of 5 developed lesson plans of 13 periods, 50 minutes per 1 period in a topic of acids and bases by using the context-based learning approach. The data were reflected through student's activity sheets, student's observation forms, field study reports, school mentor's feedbacks and the satisfaction test. The result of student's scientific reasoning was collected using scientific reasoning competency test. The result showed that the context-based learning approach could develop student's scientific reasoning potentiality. The student's scientific reasoning competency post-test score was higher than the pre-test score and the average normalized gain score is increasing up to 0.48 points. The scientific reasoning ability was enhanced by the implementation of learning activities that engaged student's reasoning expressions, open-ended questions that activated reasoning expressions, and group activities that allowed students to exchange their opinions to find answers.

Keywords: *Scientific Reasoning, Context-based Learning, Action Research*

1. บทนำ

หนึ่งในเป้าหมายด้านการศึกษาของประเทศไทย คือ ให้การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างคน สร้างสังคม และสร้างชาติ เป็นกลไกหลักในการพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับบุคคลอื่นได้อย่างมีความสุขในกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกศตวรรษที่ 21 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิถีคิด ทั้งการคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

การศึกษาของประเทศไทยในปัจจุบัน เป็นไปในแนวทางการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ดังเช่นการเข้าร่วมการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) และ โครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ หรือ TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) จากผลการประเมิน PISA ในปี ค.ศ. 2015 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนสมรรถนะการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์ 421 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศที่เข้าร่วมอธิบายได้ว่านักเรียนไม่สามารถระบุ อธิบาย และประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลายได้ ไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างการอธิบาย และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งต่าง ๆ เพื่อเป็นเหตุผลในการตัดสินใจ นักเรียนไม่สามารถแสดงออกถึงการ ใช้ความคิดและการคิดเป็นเหตุเป็นผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับสูงได้ (สถาบัน



ส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559) และจากผลการประเมิน TIMSS ในปี ค.ศ. 2015 พบว่านักเรียนไทยได้รับคะแนนเฉลี่ยของการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ที่ 456 คะแนน ในระดับต่ำ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถแสดงความรู้พื้นฐานในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ แต่ยังไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวันและสถานการณ์สมมติ และยังไม่สามารถแสดงถึงแนวคิดที่ซับซ้อนได้ (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

จากการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของผู้วิจัย ซึ่งได้รับมอบหมายให้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเรื่องสมดุลเคมี พบว่านักเรียนส่วนมากไม่สามารถใช้หลักฐานจากการทำปฏิบัติการเพื่อตอบคำถาม การทดลอง และสร้างข้อสรุปได้ นักเรียนไม่สามารถนำข้อมูลที่ได้เรียนรู้ในห้องเรียนอธิบายเหตุการณ์หรือปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในธรรมชาติได้ ทั้งนี้ นักเรียนยังมีความคิดเห็นว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

ปัญหาที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์กล่าวคือ นักเรียนไทยกำลังประสบปัญหาในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนน้อยเท่านั้นที่จะเข้าใจว่าการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยหลักฐาน นักเรียนส่วนใหญ่จึงไม่เข้าใจและไม่สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่สนับสนุนข้อสรุปนั้น (กาญจนา มหาดี และชาติรี ฝ่ายคำตา, 2553) นักเรียนไม่เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการลงข้อสรุปพื้นฐานของหลักฐาน ทำให้นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่เน้นการอ้างอิงหลักฐานได้ (ลีชา ตาชาติ และลฎาภา สุทธกุล, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับประเด็นที่ถูกรวบรวมในงานวิจัยเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ที่พบว่านักเรียนมักมีปัญหาเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ดังนี้ (1) นักเรียนมักมีอคติในการให้เหตุผล (2) นักเรียนส่วนมากไม่สามารถเสนอข้อกล่าวอ้างของตนได้ (3) นักเรียนมักไม่พิจารณาสมมติฐานหรือคำอธิบายอื่น และ (4) นักเรียนมักจะทำด้วยความเชื่อของตนเองเป็นจริงมากกว่าการทดสอบสมมติฐาน (ณัฐมน สุขยรัตน์, 2558) นอกจากนี้ยังพบว่ากิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนบางส่วนยังไม่สอดคล้องกับแนวทางที่นักเรียนจะนำความรู้ไปใช้ในการอธิบายสิ่งต่าง ๆ หรือสร้างข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานเชิงประจักษ์หรือเหตุผลที่เหมาะสมมากนัก แสดงให้เห็นถึงระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ควรได้รับการพัฒนาให้สูงขึ้น (ภัทรารรรณ ไชยมงคล, 2560)

ปัญหาที่ผู้วิจัยพบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากแนวทางการพัฒนาประเทศเพื่อรองรับกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคตโดยยังคงอัตลักษณ์ของประเทศ ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ เพื่อศึกษาแนวทางในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในเรื่องกรด-เบสในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 3 ซึ่งเนื้อหาเรื่องกรด-เบสนั้นเป็นเนื้อหาวิชาเคมีที่ศึกษาในระดับจุลภาค หากนักเรียนมีความสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ศึกษาเข้ากับบริบทที่ตนพบเจอ จะช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาและเพิ่มความเข้าใจของตนได้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยยังศึกษาพัฒนาการของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่องกรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน โดยมีเครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติงาน คือ แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย แบบบันทึกข้อเสนอแนะจากครูพี่เลี้ยง และอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน และเพื่อศึกษาแนวทางในการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่องกรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน โดยมีเครื่องมือประเมินผลวิจัยคือ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์



2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแนวทางในการพัฒนาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในเรื่องกรด-เบส
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่องกรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

3. อุปกรณ์และวิธีการ / วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน ในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี มีจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 45 คน กลุ่มเป้าหมายนี้เป็นหนึ่งในห้องเรียนที่ผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้จัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ห้องเรียนนี้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีอยู่ในระดับปานกลางถึงดีมาก (2.00-4.00) จัดอยู่ในระดับกลางของทั้งหมดจึงเลือกเป็นกลุ่มเป้าหมาย

รูปแบบการวิจัยในงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ (Action research) ตามกรอบแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1998) อ้างถึงใน วรรณภัสสรณ์ จำชัยภูมิ (2558) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลในการดำเนินงานแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ 1 แผนการเรียนรู้คือ 1 วงจร PAOR วงจร PAOR ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) โดยศึกษาสภาพปัญหาและทำการวิเคราะห์สาเหตุเพื่อวางแผนในการแก้ไขปัญหา จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) ดำเนินการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน จากนั้นจัดการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบไว้ ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe) เก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติงาน และขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect) นำข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติและการสังเกตมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางปรับปรุง และแก้ไขในการวางแผนการเรียนรู้ครั้งต่อไป เมื่อทำการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้และสะท้อนปัญหาจนได้แนวทางปฏิบัติที่ดีมีประสิทธิภาพในการจัดการกิจกรรมแล้วจึงแบ่งเป็น 1 วงจรการศึกษา จากการปฏิบัติงานทำให้สามารถแบ่งวงจรการศึกษาได้ 2 วงจรการศึกษา ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดของวงจรการศึกษา แผนการจัดการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้

วงจรการศึกษา	แผนการจัดการเรียนรู้	บริบทที่ใช้สร้างความสัมพันธ์	กิจกรรมสร้างประสบการณ์	เวลา (คาบ)
1	1) pH และอินดิเคเตอร์	ข่าวการตรวจสอบ pH ของน้ำยาเซ็ดทำความสะอาดเครื่องสำอางค์	การสืบสวนหาสาเหตุการเสียชีวิตจากของเหลวต้องสงสัย	3
	2) ปฏิกิริยาของกรดและเบส	ยาลดกรดในกระเพาะอาหาร	การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปฏิกิริยาของกรดและเบสที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	2
	3) ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส	การให้น้ำเกลือแก่ผู้ป่วย	การทดสอบความเป็นกรด-เบสของเกลือชนิดต่าง ๆ	2
2	4) การไทเทรตกรด-เบส	การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีในผักและผลไม้	ปฏิบัติการไทเทรตและการคำนวณเกี่ยวกับการไทเทรตหาความเป็นกรด-เบสของสารในชีวิตประจำวัน	4
	5) สารละลายบัฟเฟอร์	ค่า pH ของผลิตภัณฑ์ดูแลและทำความสะอาดร่างกาย	ปฏิบัติการทดสอบความสามารถในการควบคุมค่า pH ของสารละลายต่าง ๆ	2



เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องกรด-เบส อ้างอิงตามหลักสูตรสถานศึกษา จำนวน 5 แผน ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสิ้น 13 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที โดย 1 แผนการจัดการเรียนรู้ คือ 1 วงจร PAOR สามารถจัดแบ่งเป็น 2 วงจรการศึกษา รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

ทุกแผนการจัดการเรียนรู้ดำเนินการโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงจากงานวิจัยของ พชรินทร์ ศรีคำ (2559) มี 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขึ้นสร้างความสัมพันธ์ (Relate) 2) ขึ้นสร้างประสบการณ์ (Experience) 3) ขึ้นเสนอโมโนทัศน์ (Concept) 4) ขึ้นถ่ายโอนโมโนทัศน์ (Transfer) และ 5) ขึ้นประเมินผล (Evaluation)

2. เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติงาน ได้แก่

2.1 ใบกิจกรรมของนักเรียน ทั้งกิจกรรมเดี่ยวและกิจกรรมกลุ่มที่นักเรียนทำระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะได้เขียนบันทึกความรู้วิทยาศาสตร์ อธิบายหลักฐานที่มาของข้อความรู้ และอธิบายความรู้ที่ได้รับเพื่อประยุกต์ใช้ในบริบทอื่น ๆ

2.2 อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน ให้นักเรียนเขียนบันทึกใน 4 หัวข้อ คือ สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการเรียน สิ่งที่ต้องการให้ครูปรับปรุงแก้ไขในครั้งต่อไป ปัญหาและอุปสรรคที่นักเรียนพบระหว่างการเรียน และความรู้สึกของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนเขียนอนุทินหลังการเรียนทุกแผนการจัดการเรียนรู้

2.3 แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย เป็นการเขียนบันทึกเรื่องราวที่เกิดขึ้นขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ประเมิน เพื่อพิจารณากระบวนการจัดการเรียนการสอนของตนเอง และผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ คือ พฤติกรรมที่สังเกตพบในการจัดการเรียนรู้ ปัญหาและอุปสรรคที่พบ และแนวทางการปรับปรุงแก้ไข

2.4 แบบบันทึกข้อเสนอแนะจากครูพี่เลี้ยง เป็นการเขียนบันทึกเรื่องราวที่เกิดขึ้นขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยครูพี่เลี้ยงเป็นผู้ประเมิน เพื่อพิจารณากระบวนการจัดการเรียนการสอน และผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีการประเมินระดับคุณภาพในแต่ละด้านของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

2.5 แบบสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในเรื่องกรด-เบส ใช้สำรวจความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แล้วเสร็จ เพื่อพิจารณาภาพรวมของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับของ Likert (สุภารัตน์ อะหลีแอ, 2558) ในการจัดระดับความพึงพอใจ

3. เครื่องมือประเมินผลวิจัย ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกรดเบส จำนวน 4 แบบทดสอบ เพื่อวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเนื้อหาเรื่องกรด-เบส โดยเก็บข้อมูลจำนวน 4 ครั้ง การทดสอบครั้งที่ 1 เป็นการเก็บข้อมูลก่อนจัดการเรียนรู้ ในการทดสอบครั้งที่ 2 และ 3 เป็นการเก็บข้อมูลระหว่างเรียนจำนวน 2 ครั้ง การทดสอบครั้งที่ 2 เก็บข้อมูลเมื่อการจัดการเรียนรู้แผนที่ 1 แล้วเสร็จ และการทดสอบครั้งที่ 3 เมื่อจัดการเรียนรู้แผนที่ 3 แล้วเสร็จลง แบบทดสอบครั้งสุดท้ายคือ ครั้งที่ 4 เป็นการทดสอบหลังเรียนเมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานครบทั้ง 5 แผน

สำหรับแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยการวัด 3 สมรรถนะตามงานวิจัยของ ฉันทมน สุชัยรัตน์ (2558) ดังนี้ 1) ความสามารถในการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ 2) ความสามารถในการสร้าง



ข้อสรุป 3) ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ แบบวัดความสามารถนี้จะประกอบด้วยบทความที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่องกรด-เบส ในหัวข้อต่าง ๆ ที่นักเรียนได้เรียนรู้ และมีคำถามให้นักเรียนแสดงออกถึงสมรรถนะทั้ง 3 ด้านของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ อย่างละ 1 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน รวม 3 ข้อ 15 คะแนน เวลาที่ใช้ในการทำแบบวัดความสามารถ คือ 15 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น

1. วิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติงาน ด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557) โดยการรวบรวม วิเคราะห์ ดีความ สรุปและรายงานผลในลักษณะการเขียนบรรยาย เพื่อพิจารณากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในเรื่องกรด-เบส เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

2. วิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือประเมินผลวิจัย โดยนำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ทางสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย เพื่อจัดระดับความสามารถของนักเรียนใน 5 ระดับ จากคะแนนเก็บ 5 คะแนน คือ ปรับปรุง (0.0-0.9 คะแนน) พอใช้ (1.0-1.9 คะแนน) ปานกลาง (2.0-2.9) ดี (3.0-3.9 คะแนน) และดีมาก (4.0-5.0) รวมทั้งมีการวิเคราะห์พัฒนาการของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้คะแนนพัฒนาการ (Normalized Gain) (อภิสิทธิ์ ชงไชย, 2556)

4. ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในเรื่องกรด-เบส

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในเรื่องกรด-เบส เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เป็นเวลา 13 คาบเรียน ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายรูปแบบ มีการเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากบทเรียนสู่สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมและสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ผ่านการดำเนินกิจกรรมกลุ่มที่แตกต่างกันตามเนื้อหาของบทเรียน และเก็บข้อมูลผ่านการทำกิจกรรมของนักเรียน ใบกิจกรรม แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย แบบบันทึกข้อเสนอแนะจากครูที่เลี้ยง และอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน โดยมีการพัฒนาและปรับปรุงตามวงจร PAOR ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน พบว่านักเรียนมีสมรรถนะความสามารถในการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างข้อสรุปอยู่ในระดับต่ำ และมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในระดับปานกลาง ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 วงจรดังนี้

1.1 วงจรการศึกษาที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 จากผลการทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ผู้วิจัยจึงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาหลักฐานทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ ใช้บริบทนำเข้าสู่การจัดการเรียนรู้ด้วยข่าวเรื่องการตรวจสอบ pH ของน้ำยาเช็ดทำความสะอาดเครื่องสำอางค์ สร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้กิจกรรม What is Wrong With Her ซึ่งเป็นกิจกรรมรูปแบบ Story Line ให้นักเรียนรับบทบาทสมมติเป็นทีมสืบสวนหาสาเหตุการเสียชีวิตของผู้หญิงคนหนึ่ง ซึ่งมีสถานการณ์สมมติ กำหนดของเหลวต้องสงสัยและข้อมูลเกี่ยวกับของเหลวนั้น และให้นักเรียนตรวจสอบค่า pH โดยให้นักเรียนเลือกอินดิเคเตอร์ที่ใช้ทดสอบด้วยตนเอง จากนั้นใช้ค่า pH ที่ทดสอบได้ร่วมกับ



ข้อมูลของของเหลวที่กำหนดให้ นำมาวิเคราะห์เพื่อลงข้อสรุป นำเสนอข้อสรุปของชนิดของของเหลวเหล่านั้นพร้อมทั้งอธิบายเหตุผล และระบุสาเหตุการเสียชีวิตของผู้ตายว่าเกิดจากของเหลวเหล่านั้นหรือไม่ เมื่อจัดการเรียนรู้แผนนี้แล้ว

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมและการนำเสนอผลงานของนักเรียน พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถลงข้อสรุปของการเสียชีวิตโดยใช้เหตุผลที่ตนเองประกอบประกอบได้ เมื่อจัดการเรียนรู้แล้วเสร็จได้ทำการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนครั้งที่ 2 เป็นการทดสอบระหว่างเรียนโดยใช้บทความเกี่ยวกับรอยสักอัจฉริยะที่สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาล โซเดียม และ pH ในเลือด พบว่าคะแนนทุกสมรรถนะของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ยังอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถระบุเหตุผลสนับสนุนที่มาของข้อสรุปของตนเองได้ หรืออธิบายเพียงสั้น ๆ โดยไม่แสดงเหตุผลประกอบ

ปัญหาที่พบจากการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 คือ นักเรียนต้องใช้เวลาค่อนข้างมากในการคำนวณค่า pH และเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสม นักเรียนมีความสับสนเกี่ยวกับขั้นตอนในการทำกิจกรรม What's wrong with her และรูปแบบของปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในกิจกรรมเป็นปฏิบัติการเคมีแบบย่อส่วนทำการทดลองในจานหลุม 36 หลุม ทำให้นักเรียนบางส่วนไม่มีส่วนร่วมในการทดลอง นักเรียนสามารถระบุเหตุผลเพื่อสร้างข้อสรุปในการทำกิจกรรมกลุ่มระหว่างคาบเรียนได้ แต่เมื่อทดสอบด้วยแบบทดสอบสมรรถนะของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์นักเรียนมีคะแนนอยู่ในระดับต่ำเนื่องจากไม่อธิบายเหตุผลประกอบข้อสรุปได้ จึงนำปัญหาที่เกิดขึ้นมาวิเคราะห์ ทบทวน แก้ไข ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ต่อไป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เป็นการนำข้อผิดพลาดจากปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งนำจุดเด่นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มาพัฒนาและปรับใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โดยกิจกรรมการเรียนรู้เริ่มจากการใช้โฆษณาขาดกรดในกระเพาะอาหารมาอธิบายปฏิกิริยาระหว่างกรด-เบส มีกิจกรรมการเรียนรู้คือให้นักเรียนทำกิจกรรม Jigsaw Acid-Base ให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันหาคำศัพท์ที่มีชื่อของกรดและเบสแล้วระบุชนิดของเกลือซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ โดยจัดกลุ่มละ 4 คน เพื่อให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และให้นักเรียนศึกษาปฏิกิริยาระหว่างกรดหรือเบสกับสารชนิดอื่น โดยใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยสร้างข้อสรุปของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น รวมทั้งให้นักเรียนระบุ สืบค้นและอธิบายปฏิกิริยาของกรด-เบสที่นักเรียนเคยมีประสบการณ์หรือพบเห็นในชีวิตประจำวัน สำหรับการสืบค้นนั้นมอบหมายให้นักเรียนทำนอกเวลาเรียน ปฏิกิริยาที่นักเรียนนำมาแสดงจึงมีความหลากหลาย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เกิดจากการนำจุดเด่นและปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 มาปรับใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ แต่มีรูปแบบกิจกรรมที่แตกต่างออกไปเนื่องด้วยรูปแบบของเนื้อหาในบทเรียน การจัดการเรียนรู้แผนนี้เริ่มจากผู้วิจัยทบทวนความรู้ว่า ผลิตภัณฑ์เกลือที่ได้จากปฏิกิริยาระหว่างกรด-เบส สามารถมีคุณสมบัติได้ทั้งกรด เบส หรือกลาง ขึ้นอยู่กับสารตั้งต้น และให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับน้ำเกลือที่ใช้สำหรับผู้ป่วยว่าต้องใช้เกลือประเภทใด เนื่องจากสาเหตุใด จากนั้นให้นักเรียนทดสอบค่า pH ของสารละลายเกลือชนิดต่าง ๆ ด้วยสารละลายยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ และใช้กิจกรรมการแข่งขันตอบคำถามเรื่องประโยชน์ของเกลือชนิดต่าง ๆ

เนื่องจากเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนนี้มีความชัดเจนทำให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปตามวัตถุประสงค์เป็นอย่างดี เมื่อพิจารณาจากอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนพบว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาการเรียนรู้ นักเรียนไม่พบปัญหาและอุปสรรคในการเรียนรู้ และครูที่เล็งมีข้อเสนอแนะว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความ



เหมาะสมกับเวลา และสอดคล้องกับเนื้อหา รวมทั้งมีการวัดและประเมินผลที่ดี เมื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นครั้งที่ 3 ภาพรวมพบว่านักเรียนมีพัฒนาการของคะแนนการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนในการทดสอบครั้งที่ 1 (ก่อนเรียน) กล่าวคือสมรรถนะความสามารถในการสร้างข้อสรุปมีคะแนนเพิ่มขึ้นเป็นระดับปานกลาง (2.51 คะแนน) จากเดิมอยู่ที่ระดับพอใช้ (1.89 คะแนน) และสมรรถนะความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากระดับปานกลางที่ 2.09 คะแนน เป็นระดับปานกลางที่ 2.58 คะแนน เมื่อไม่พบปัญหาเพิ่มเติม และได้แนวทางปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ จึงจัดเป็นวงจรการศึกษาที่ 1

จุดเด่นที่พบในการจัดการเรียนการสอนวงจรการศึกษาที่ 1 คือ กิจกรรมในชั้นเรียนที่ใช้มีความท้าทาย ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นต้องการทราบคำตอบของปัญหาจึงผลักดันให้เกิดการเรียนรู้ ช่วยสร้างบรรยากาศความสนุกสนานในชั้นเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน ทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองในการลงข้อสรุปโดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ และเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่ได้เรียนรู้มาอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และจากการทำกิจกรรมและแบบฝึกหัดในชั้นเรียนพบว่าการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ช่วยทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น และการทบทวนความรู้อันเป็นพื้นฐานของความรู้ใหม่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจองค์ความรู้ใหม่ได้ง่ายขึ้น

2. วงจรการศึกษาที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 นี้มีการพัฒนาจุดเด่นและปรับแก้ไขจุดด้อยของวงจรการศึกษาที่ 1 มาใช้ในการดำเนินกิจกรรม เป็นแนวทางปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้บทความเรื่องปริมาณวิตามินซีในผักและผลไม้ นำเข้าสู่บทเรียน จากนั้นผู้วิจัยอธิบายขั้นตอนการไทเทรตเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณสารต่าง ๆ แก่นักเรียน และวิธีการคำนวณความเข้มข้นของสารตัวอย่างจากการไทเทรต แล้วให้นักเรียนทุกคนทำปฏิบัติการไทเทรตหาความเข้มข้นสารละลายกรดไฮโดรคลอริก จากนั้นใช้กิจกรรมสถาบันวิจัย AB ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำการทดสอบหาความเป็นกรดและเบสของสารตัวอย่างในชีวิตประจำวัน และเสริมแบบฝึกหัดเพิ่มเติมในหัวข้อนักเคมีน้อยช่างสงสัย เพื่อเพิ่มทักษะการคำนวณเกี่ยวกับการไทเทรตโดยใช้โจทย์ที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีที่นักเรียนรู้จัก

จากการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่ 4 พบปัญหา คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการไทเทรตเป็นอุปกรณ์ที่นักเรียนยังไม่มีประสบการณ์ในการใช้งาน เช่น ปิเปต บิวเรตต์ ทำให้นักเรียนไม่สามารถทำการไทเทรตได้ถูกวิธี เกิดความกังวลในการใช้อุปกรณ์ ส่งผลให้การไทเทรตผิดพลาด และเมื่อผู้วิจัยแจ้งให้นักเรียนระมัดระวังการใช้สารเคมีเนื่องจากที่มีความเป็นกรด-เบส นักเรียนบางคนเกิดความวิตกกังวล ไม่กล้าทำการทดลองแม้มีการสวมถุงมือป้องกัน การทำปฏิบัติการไทเทรตจึงใช้เวลานาน สำหรับจุดเด่นของแผนการจัดการเรียนรู้ก็คือ ผู้วิจัยได้อธิบายขั้นตอนการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในช่วงก่อนและระหว่างทำปฏิบัติการ ทำให้นักเรียนเกิดทักษะในการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยอธิบายการคำนวณการไทเทรตอย่างละเอียด และมีแบบฝึกหัดเพิ่มเติมในปริมาณที่เหมาะสม และครอบคลุมทุกรูปแบบของโจทย์การคำนวณการวิเคราะห์ปริมาณด้วยการไทเทรต ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจและสามารถแสดงการคำนวณได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เกิดจากการวิเคราะห์ผลจากการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 4 แล้วนำมาพัฒนาและปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการนำบริบทสุขภาพเรื่องการรักษาสมดุลของค่า pH ในร่างกาย และให้นักเรียนใช้ความรู้ที่เคยศึกษามาแล้วในหัวข้อสมดุลของสิ่งมีชีวิตจากบทเรียนเรื่องสมดุลเคมี



นำมาอธิบายการควบคุมค่า pH ของเลือด และมีการทำการทดสอบความสามารถในการควบคุมค่า pH ของน้ำประปา น้ำมะพร้าว และอะซิเตดบัฟเฟอร์ ($\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}$) เมื่อเติมกรดไฮโดรคลอริกเจือจาง จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันถึงประโยชน์ของบัฟเฟอร์และความสามารถในการนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ

จากการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่ 5 นี้ พบว่านักเรียนสามารถทำการทดลองได้รวดเร็วมากขึ้น เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเป็นอุปกรณ์วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เช่น บีกเกอร์ หลอดหยดสาร นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงในระบบบัฟเฟอร์ได้ นักเรียนมีมุมมองว่าหัวข้อการเรียนรู้นี้ค่อนข้างง่าย ทำให้เรียนสนุกและมีความเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น และผลการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทุกสมรรถนะ เมื่อไม่พบปัญหาเพิ่มเติม และได้แนวทางปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ จึงจัดเป็นวงจรการศึกษาที่ 2

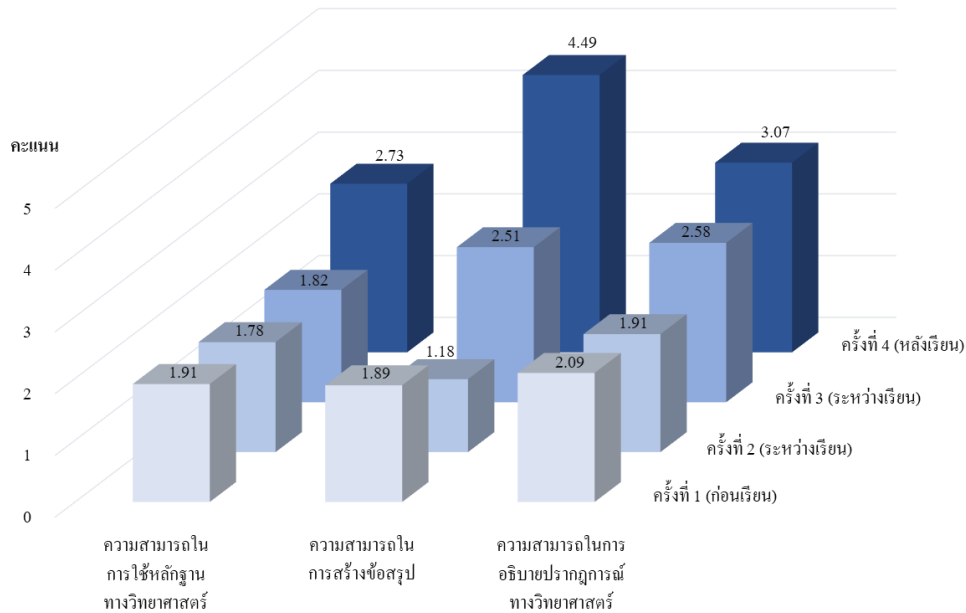
เมื่อผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนโดยใช้บริบทเป็นฐานในเรื่องกรด-เบส เสร็จสิ้น ได้ทำการสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีถึงดีมากทุกด้านการประเมิน และมีคะแนนเฉลี่ยที่ 4.33 จัดอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องกรด-เบส

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหา	4.23	0.68	ดี
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.28	0.79	ดี
3. ด้านสื่อการเรียนรู้	4.38	0.72	ดี
4. ด้านผู้จัดการเรียนการสอน	4.53	0.65	ดีมาก
5. ด้านผู้เรียน	4.27	0.76	ดี
6. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4.32	0.66	ดี
7. ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้	4.31	0.61	ดี
เฉลี่ย	4.33	0.70	ดี

2. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

จากการศึกษาผลการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จำนวน 4 ครั้ง โดยการทดสอบครั้งที่ 1 เป็นการเก็บข้อมูลก่อนเรียน 1 ครั้ง และแบบทดสอบครั้งที่ 2 และ 3 เป็นการเก็บข้อมูลระหว่างเรียนจำนวน 2 ครั้ง ในการทำแบบทดสอบครั้งสุดท้ายหรือครั้งที่ 4 เป็นการทดสอบหลังเรียน 1 ครั้ง พบว่านักเรียนมีผลคะแนนเป็นดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ผลการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

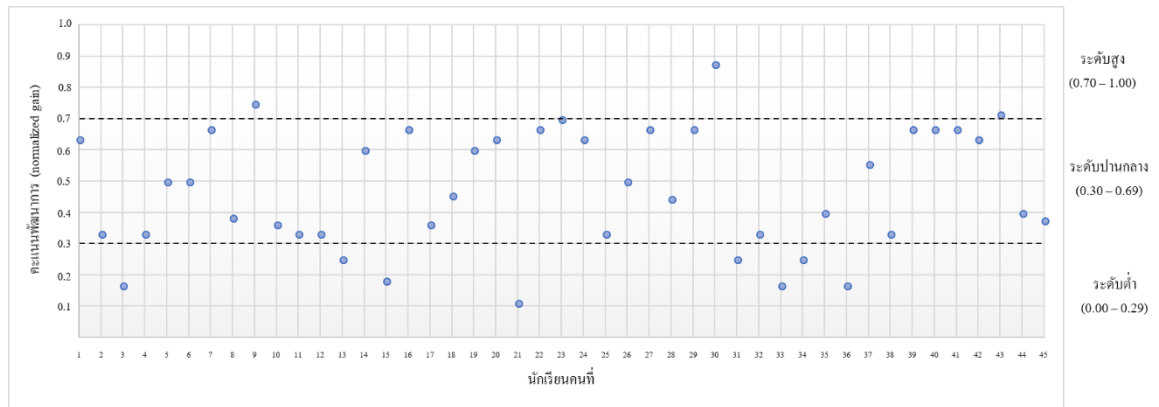
จากรูปที่ 1 พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบในแต่ละครั้งของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์คุณภาพของคะแนน พบว่านักเรียนมีพัฒนาการในสมรรถนะความสามารถในการสร้างข้อสรุปมากที่สุด จากระดับพอใช้ (1.89 คะแนน) ในการวัดความสามารถครั้งที่ 1 เพิ่มขึ้นเป็นระดับดีมาก (4.49 คะแนน) ในครั้งที่ 4 สมรรถนะที่นักเรียนมีการพัฒนารองมา คือ ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากระดับปานกลาง (2.09 คะแนน) ในครั้งแรกเป็นระดับดี (3.07) ในการทดสอบครั้งสุดท้าย แม้ว่าในการทดสอบครั้งที่ 2 นั้น ระดับความสามารถของนักเรียนจะลดลงจากระดับปานกลาง (2.09 คะแนน) เป็นระดับพอใช้ (1.91 คะแนน) แต่เมื่อพิจารณาจากคะแนนแล้วนั้น พบว่าคะแนนลดลงเพียง 0.18 คะแนนถือว่ามีความแตกต่างของคะแนนค่อนข้างน้อย และสมรรถนะที่นักเรียนมีความสามารถเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือสมรรถนะการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์โดยนักเรียนมีพัฒนาการความสามารถจากระดับพอใช้ในการทดสอบครั้งแรก (1.91 คะแนน) และยังคงอยู่ในระดับเดิมในการวัดความสามารถอีกสองครั้งต่อมา แต่ในการวัดความสามารถครั้งสุดท้ายเพิ่มขึ้นเป็นระดับปานกลาง (2.73 คะแนน) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาคะแนนรวมของการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 5.89 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน ในการทดสอบก่อนเรียน จัดอยู่ในระดับพอใช้ และมีคะแนนเพิ่มขึ้นเป็น 10.29 ซึ่งอยู่ในระดับดีในการทดสอบหลังเรียน

เมื่อกำหนดให้ผลการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 1 แทนผลการทดสอบก่อนเรียน และผลการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 4 แทนผลการทดสอบหลังเรียน พบว่านักเรียนทุกคนมีผลการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าผลการทดสอบก่อนเรียน เมื่อพิจารณาเป็นคะแนนพัฒนาการพบว่านักเรียนมีคะแนนพัฒนาการสูงขึ้นเฉลี่ย 0.48 และมีนักเรียนจำนวน 4 คนที่มีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับสูง (มากกว่า 0.70) และมีนักเรียนจำนวน 8 คนที่มีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับต่ำ (น้อยกว่า 0.30) ดังแสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 2



ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและคะแนนพัฒนาการของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

การทดสอบ ก่อนเรียน (ร้อยละ)	การทดสอบ หลังเรียน (ร้อยละ)	ผลการเรียนรู้ที่ เพิ่มขึ้นจริง (actual gain) (ร้อยละ)	ผลการเรียนรู้ที่มีโอกาสเพิ่มขึ้น ไปได้ (maximum possible gain) (ร้อยละ)	คะแนนพัฒนาการ <g> (normalize gain)
39.11	68.15	29.04	60.89	0.48



รูปที่ 2 คะแนนพัฒนาการของนักเรียนเป็นรายบุคคล

5. การอภิปรายผล

จากงานวิจัยการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน พบว่ารูปแบบการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทฐานเพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด-เบสควรมีลักษณะดังนี้

บริบทที่นำมาใช้ในการสร้างความสัมพันธ์ต้องเป็นบริบทที่กว้าง เป็นตัวอย่างข้อมูลที่นักเรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน และสอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน เป็นตัวแทนของข้อมูลที่ดี กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและสงสัยในแนวคิด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภรณ์ภัสสร จำชัยภูมิ (2558) และ Jong De Onno (2006) ที่กล่าวว่า ผู้สอนควรเลือกบริบทให้สอดคล้องกับผู้เรียน โดยอาจมีการตรวจสอบพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนก่อนหน้า ทั้งนี้บริบทที่ใช้สำหรับผู้เรียนไม่ควรมีความซับซ้อนเกินไป นอกจากนี้ครูผู้สอนยังต้องผลักดันและมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์และเชื่อมโยงบริบทที่ใช้สร้างสัมพันธ์เข้ากับเนื้อหา และยังคงสอดคล้องกับทศตริณ เครือทอง (2553) ที่ระบุไว้ว่าบริบทที่ดีจะช่วยจะช่วยเหลือเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของเนื้อหาว่ามีความสำคัญของชีวิตของตน

เมื่อผู้เรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อศึกษาความรู้ด้วยตนเอง ไม่ว่าจะเป็นการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา การอภิปราย จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นการต่อยอดความคิด และการใช้บริบทเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียนช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาที่ศึกษาอยู่ในระดับจุลภาคมากขึ้น ดังเช่นงานวิจัยของ จินดา พรหมภรณ์ (2553) ที่ระบุว่าการทำกิจกรรมทดลอง ซึ่งนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ได้สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริง ทำให้นักเรียนเห็นที่มาของแนวคิดต่าง ๆ ได้ดีขึ้น นอกจากนี้กิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ยังมีความมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการให้เหตุผลแบบนิรนัย การให้เหตุผลแบบอุปนัย และการให้เหตุผลเชิงอุปมา ซึ่งช่วยให้นักเรียน



แสดงออกถึงความสามารถในการให้เหตุผลมากขึ้น เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ดังที่ วิชัย เสวกงาม (2557) ได้สรุปข้อมูลเกี่ยวกับการให้เหตุผลว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การนิรนัยและการอุปนัยเป็นการสอนที่มีประสิทธิภาพในการนำเสนอทฤษฎี หลักการ กฎ หรือโมเดลที่ซับซ้อน ช่วยให้อ่านทฤษฎีได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบปัญหาที่สอดคล้องเช่นเดียวกับที่ วิชัย เสวกงาม (2557) สรุปว่าการให้เหตุผลแบบอุปนัยใช้เวลาในอ่านทฤษฎีที่นานกว่าแบบนิรนัย แต่ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ เป็นส่งเสริมให้ผู้เรียนสรุปความรู้ด้วยตนเอง

ในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้มีการเชื่อมโยงความรู้ที่นักเรียนได้รับ ไปสู่วิธีปฏิบัติใหม่เพื่อให้นักเรียนเกิดการถ่ายโอนโมเดลที่ซับซ้อน ก่อให้เกิดการตระหนักถึงคุณค่าของสิ่งที่เรียนรู้ โดยสอดคล้องกับแนวคิดของ อธิษฐาน บุญเป็ง และคณะ (2557) ที่ระบุว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้ และประสบการณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน จะช่วยเพิ่มความสามารถในการบูรณาการทักษะ กระบวนการคิดขั้นสูงให้กับผู้เรียนได้ และเมื่อนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนจะสามารถนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้ดีขึ้น ครูผู้สอนยังสามารถประเมินความรู้และวัดความเข้าใจของผู้เรียนจากการเชื่อมโยงความรู้ครั้งนี้ได้ ดังเช่นที่ พิชญ์สินี จักรแก้ว (2559) พัชรินทร์ ศรีคำ (2559) และพัชรมัย นิ่มล่อ (2559) ได้ประเมินความรู้ที่นักเรียนได้รับด้วยการประยุกต์โมเดลที่ซับซ้อน

สำหรับรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในงานวิจัยนี้ได้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่พัชรินทร์ ศรีคำ (2559) ได้ศึกษาและออกแบบให้มีขั้นตอนการประเมินผลเพิ่มเติม เพื่อเพิ่มความรัดกุม และครอบคลุมองค์ประกอบของการศึกษาในงานวิจัย ซึ่งต้องการศึกษาพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มเติมด้วย ทั้งนี้ผู้วิจัยไม่ได้ประเมินผลด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ทุกครั้ง หลังการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากเพื่อลดพฤติกรรมความเคยชินของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ สมเกียรติ พิทธิสุทธิมาศ (2557) ที่ระบุว่า การประเมินผลภายหลังการเรียนรู้ครั้งเดียวไม่สามารถทราบว่าคุณสมบัติของนักเรียนถึงสมรรถนะที่กำหนดไว้ได้ การประเมินผลจึงควรทำเป็นระยะระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอน ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันไปตามสภาพจริงที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน การประเมินแบบต่อเนื่องนี้ทำให้ผู้วิจัยสามารถทราบจุดอ่อนของผู้เรียนแต่ละคนและช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดการพัฒนาข้อด้อยนั้นได้ นอกจากนี้มีการใช้รูปแบบการวัดประเมินที่หลากหลายสอดคล้องกับความแตกต่างของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงการเรียนรู้รอบด้าน ทั้งใช้การประเมินแบบกลุ่ม ดังเช่นที่ สวัสดิ์ชัย ศรีพนมธนากร (2550) ได้ระบุว่า การประเมินแบบกลุ่มโดยสมาชิกมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ สะท้อน สรุป และยืนยันข้อค้นพบ หรือที่เรียกว่าการประเมินแบบเสริมพลัง นำไปสู่การรับผิดชอบร่วมกันและช่วยให้สมาชิกกลุ่มมีการปรับปรุงคุณสมบัติของตนไปสู่ระดับเดียวกับกลุ่มได้

จากผลการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ทุกสมรรถนะ ซึ่งได้แก่ ความสามารถในการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการสร้างข้อสรุป และความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูล หลักฐาน ความรู้มายืนยันเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป การทำกิจกรรมในชั้นเรียนมีการส่งเสริมให้ใช้การสร้างข้อสรุปทั้งจากข้อมูลจริงที่มีอยู่หรือการให้เหตุผลแบบอุปนัย และมีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาอธิบายข้อค้นพบระหว่างการทำปฏิบัติการของนักเรียนหรือการให้เหตุผลแบบนิรนัย ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบกิจกรรมที่ฉันทมน สุชัยรัตน์ (2558) ใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโอนการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผ่าน



กิจกรรมที่ให้นักเรียนฝึกกระบวนการข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการสำรวจ ค้นคว้า ทดลอง มาใช้อธิบาย สรุป พยากรณ์ หรือ คาดการณ์ปรากฏการณ์ รวมทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งนี้ยังมีกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ส่งเสริมให้เกิด การการแสดงผลออก และการใช้เหตุผลเป็นหลักฐานในการสร้างข้อสรุป เช่นเดียวกับการศึกษาของ ภัทราวรรณ ไชย มงคล (2560) ซึ่งใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยมุ่งเน้นให้นักเรียน ทำงานกลุ่ม มีการเสนอข้อคิดเห็นต่อกลุ่ม และวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกัน ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ด้วยหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม

สำหรับคะแนนพัฒนาการด้านการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความก้าวหน้าอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 8 คน นั้น เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายบุคคลแล้วพบว่า นักเรียนจำนวน 4 คนมีคะแนนความสามารถในการให้ เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 1 อยู่ในระดับคุณภาพดี นักเรียนมีความเข้าใจในการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ สามารถสร้างข้อสรุป และนำข้อสรุปไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์อื่นได้ แต่การตอบคำถามในการทำแบบวัด ความสามารถครั้งที่ 4 ยังไม่ครอบคลุมครบถ้วนจึงมีคะแนนเพิ่มขึ้นเพียง 1 หรือ 2 คะแนน ทำให้คะแนนมีความก้าวหน้าอยู่ในระดับต่ำ และนักเรียนจำนวน 2 คน ที่มีคะแนนพัฒนาการมีความก้าวหน้าอยู่ในระดับต่ำ เมื่อ พิจารณาคำตอบและสอบถามนักเรียนแล้วนั้นพบว่านักเรียนใช้ความเชื่อที่ตนมีอยู่ในการอธิบายปรากฏการณ์โดยไม่มี การอ้างอิงข้อมูลที่ได้เรียนรู้มา นักเรียนลงข้อสรุปโดยไม่อธิบายเหตุผลสนับสนุนข้อสรุป และนักเรียนจำนวน 2 คน ที่มีคะแนนพัฒนาการมีความก้าวหน้าอยู่ในระดับต่ำเนื่องจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ นี้ไม่ได้มีการเก็บคะแนนเป็นคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในชั้นเรียน นักเรียนจึงไม่เห็นความสำคัญของการตอบ คำถามและให้เหตุผลเพียงสั้นๆ ทำให้ไม่สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ไปสู่ระดับสูงได้

เมื่อพิจารณาจากผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง และผลการเรียนรู้ที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นไปได้ พบว่าสามารถ ส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้เพิ่มขึ้นได้อีก ซึ่งอาจทำได้โดยจัด กิจกรรมที่ส่งเสริมการแสดงของการใช้เหตุผลเป็นระยะเวลาต่อเนื่องแก่ผู้เรียน

6. บทสรุป

การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 เรื่องกรด-เบส ในกลุ่มเป้าหมายจำนวน 45 คน เป็นเวลา 13 คาบเรียน พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ บริบทเป็นฐานในเรื่องกรด-เบสโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางผ่านบริบทรอบตัวของผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และผู้เรียนมีความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ และมีความสามารถพัฒนาการให้ เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา กรรมการที่ปรึกษา ครูพี่เลี้ยง ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิเป็นอย่างสูงใน ความกรุณาให้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาในการทำวิจัย ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ได้อนุเคราะห์ทุนสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ภายใต้โครงการส่งเสริมการผลิตครูผู้มีความสามารถพิเศษ ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สกวค.) เป็นอย่างสูง



๘. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กาญจนา มหาลี และชาติรี ฝ่ายคำตา. (2553). ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์, 16(5), 795 - 809.
- จินดา พราหมณ์ชู. (2553). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินญาณิพนธ์ ศศ. ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ฉัฐมน สุขย์รัตน์. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- ทัศนิน เครื่องทอง. (2553). การใช้การเรียนรู้อย่างมีบริบท Learning science in context. นิตยสาร สสวท., 38(166), 56-59.
- นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, เชษฐศิริสวัสดิ์ และเสาวลักษณ์ โรมมา. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. Journal of education, 26(3), 66 - 76.
- พัชรมัย นิมลลอ. (2559). ผลการใช้แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อความเข้าใจโมโนทีนชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- พัชรินทร์ ศรีคำ. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่มีต่อเจตคติทางสิ่งแวดล้อมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.
- พิชญ์สินี จักรแก้ว, สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ และอัญชลี สิริกุลจร. (2559). การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐานเพื่อพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. นเรศวรวิจัย : วิจัยและนวัตกรรมพัฒนาประเทศ, 12, 943-958.
- เพ็ญฟ้า บุญกอง และจุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2559). ผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปรียบเทียบ เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อมโนคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนลำพระเพลิงพิทยาคม จังหวัดนครราชสีมา. การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 3 ก้าวสู่ทศวรรษที่ 2: บูรณาการงานวิจัย ใช้องค์ความรู้ สู่ความยั่งยืน, 3(1), 668-677.
- ภรณ์ภัสสรณ์ จำชัยภูมิ. (2558). การพัฒนาแนวคิดของนักเรียน เรื่องปฏิกิริยาเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.



- ภัทรารวรรณ ไชยมงคล, สกนธ์ชัย ชนะนุพันธ์ และจินตนา กล่ำเทศ. (2560). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะ ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 8(1), 27 – 40.
- ลือชา ลดาชาติ และลลภา สุทธกุล. (2555). การสำรวจและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, 4(2), 73-90.
- วิชัย เสวกงาม. (2557). ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนใน ศตวรรษที่ 21. วารสารครูศาสตร์, 42(2), 207-223.
- สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). สรุปผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน คณิตศาสตร์. แหล่งที่มา: <http://pisathailand.ipst.ac.th/pisa/reports/pisa2015summaryreport>. [2 เมษายน 2561]
- สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015. แหล่งที่มา: <http://timssthailand.ipst.ac.th/timss/reports/timss2015report>. [29 เมษายน 2561]
- สวัสดิ์ชัย ศรีพนมชานกร. (2550). การพัฒนารูปแบบการประเมินระบบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในสถานศึกษาชั้นพื้นฐาน โดยใช้วิธีการประเมินเสริมพลัง. วารสารวิจัยและวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา, 5(1), 48–62.
- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2557). การประเมินผลการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างไร. วารสารวิชาการ มทร. สุวรรณภูมิ, 2(1), 81–90.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21. เพชรบูรณ์. จุลติการพิมพ์.
- สุดารัตน์ อะหลีเอ. (2558). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปริญญาานิพนธ์ ศศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.สงขลา.
- อิชัยฐาน บุญเป็ง, เอกรัตน์ ทานาค และปกรณ์ วรรณระอมร. (2557). การพัฒนาความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 30(2), 162-172.
- อภิสิทธิ์ ชงไชย และคณะ. (2556). การประเมินผลการเรียนรู้แบบใหม่โดยใช้ผลสอบก่อนเรียนและหลังเรียน. แหล่งที่มา : http://penthai.sc.mahidol.ac.th/html/articles/normalized_gain.pdf . [28 ธันวาคม 2561]
- Jong De Onno. (2006). The plenary lecture presented at the 19th ICCE. Korea. Retrieved from <https://old.iupac.org/publications/cei/vol8/0801xDeJong.pdf/> [15 พฤษภาคม 2561]
- Joseph Chola and Overson Shumba. (2015). Impact of the BSCA 5Es Model on Zambian Grade 11 Learners' Comprehension and Attitude on Acid-Base Concepts in Chemistry 5070. Eurasian Journal of Physics & Chemistry Education, 8(1), 25 – 35.