

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม
ที่ส่งผลต่อความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

EFFECTS OF CONTEXT BASED LEARNING WITH QUESTIONING TECHNIQUES
ON EXPLAIN PHENOMENA SCIENTIFICALLY ABILITY
OF FOURTH GRADE STUDENTS

นลพรรณ ไชยชนะ^{1*}, เกริก ศักดิ์สุภาพ² และ สุนีย์ เหมะประสิทธิ์³

Nonlapan Chaichana^{1*}, Krirk Saksupub² and Sunee Haemaprasi³

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 114 ซอยสุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110^{1, 2, 3}

Srinakharinwirot University, 114 Sukhumvit 23, Bangkok 10110,^{1, 2, 3}

*Corresponding author E-mail: nonlapan.nonn@g.swu.ac.th

(Received: 11 Jun, 2021; Revised: 22 Sep, 2021; Accepted: 24 Sep, 2021)

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม 2) ศึกษาพัฒนาการความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตประถมศึกษาปทุมธานี เขต 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 35 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบวัดความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 3) เกณฑ์ประเมินการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าร้อยละ การแจกแจงความถี่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานการวิจัยโดยใช้การทดสอบค่า t (t-test for One Sample) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีการวัดซ้ำ (One-way ANOVA Repeated Measures)

ผลการวิจัยพบว่า 1) หลังการเรียนโดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม นักเรียนมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน, เทคนิคการใช้คำถาม, การอธิบายปรากฏการณ์, วิทยาศาสตร์

¹ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะศึกษาศาสตร์

³ รองศาสตราจารย์ ดร. คณะศึกษาศาสตร์

ABSTRACT

The objectives of this study were to compare the pretest and posttest results on abilities in scientific explanation of phenomena of the students using context-based learning with questioning techniques according to specified criteria 60%, and to study the development of the abilities in scientific explanation of phenomena of the students over the duration of study. The sample for this research included 35 fourth-grade students during the second semester of the 2020 academic year at large-scaled school under Pathum Thani Educational Primary Service Area Office 2. They were obtained by the cluster random sampling. The research instruments consisted of lesson plans, a test of abilities in scientific explanation of phenomena in science, the ability assessment criteria (during of the research project), and a learning satisfactions survey form. The data were statistically analyzed for percentage, frequency, mean, standard deviation, t-test for one sample, and One-Way ANOVA Repeated Measures.

The results of this research revealed that the students achieved higher scores on the posttest than on the pretest, according to the specified criteria (60%) and statistically significant at a level of .05. The development of the abilities in scientific explanation of phenomena was significant at a level of .05.

KEYWORDS: Context-based Learning, Questioning Techniques, Explain Phenomena Scientifically Ability



บทนำ

การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรมรวมถึงการเปลี่ยนผ่านสู่ยุคดิจิทัล วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงเป็นพื้นฐานการพัฒนา และแข่งขันทางเศรษฐกิจ ดังนั้นการศึกษาศาสตร์ จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาประชากรของประเทศ ขณะที่ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพัฒนา ไปอย่างต่อเนื่องแต่กลับพบว่าการรู้วิทยาศาสตร์ของ นักเรียนไทยยังอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ (สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ประเทศไทย จึงกำหนดให้ “การรู้วิทยาศาสตร์” เป็นเป้าหมายหลัก การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนทุกคน ต้องได้รับการพัฒนาให้เป็นผู้ที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ไป ใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวง ศึกษาธิการ, 2560) นอกจากนี้มุ่งส่งเสริมให้มีสมรรถนะ (Competency) ที่จำเป็นต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคต และเรียนรู้วิธีแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 1) การอธิบายปรากฏการณ์ ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) ซึ่งสมรรถนะดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ของโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียน มาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) จากผลการประเมินความฉลาดรู้ ด้านวิทยาศาสตร์ปี พ.ศ. 2558 และปี พ.ศ. 2561 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยเกณฑ์มาตรฐานที่ PISA กำหนด โดยนักเรียนร้อยละ 44 มีความฉลาดรู้ ทางวิทยาศาสตร์ไม่ถึงระดับพื้นฐาน สมรรถนะที่ควรพัฒนา คือการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็น ความสามารถการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้าง

คำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ที่รู้จักคุ้นเคย รวมทั้งกระบวนการแสวงหาความรู้เพื่อออกแบบและ ดำเนินการทดลองหาข้อมูลในสถานการณ์ที่มีข้อจำกัดได้ อย่างสมเหตุสมผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี, 2561; ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564; Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), 2019)

การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถและความเข้าใจพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรอบรู้และทักษะทาง วิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นสมรรถนะที่ควรเกิดขึ้นในขั้นต้นของ การเรียนรู้ (สุปรียา ตันติวิโรกุล, 2561; นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงค์, 2562) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติโดยใช้บริบททางวิทยาศาสตร์จาก องค์ประกอบ ดังต่อไปนี้ 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) หลักฐาน และ 3) การให้เหตุผล (McNeill & Krajcik, 2008) ซึ่งจะต้องใช้ความรู้ ความเข้าใจ วิเคราะห์ และอธิบายข้อมูล ตลอดจนใช้หลักฐานที่ได้จากการรวบรวมความรู้และการสังเกตหรือทดลองนำมาสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ ในเชิงวิทยาศาสตร์ แต่จากการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผู้เรียนขาดทักษะ การอธิบายเพื่อแสดงความสัมพันธ์อย่างสมเหตุสมผล ในเหตุการณ์หรือเรื่องราวต่าง ๆ โดยผู้เรียนสามารถบอก ข้อเท็จจริงจากการสังเกตได้ แต่ไม่สามารถนำความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้สร้างคำอธิบายเพื่อแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างคำตอบและเหตุผล รวมถึงการใช้อารมณ์หรือ ความรู้สึกส่วนตัวเข้ามาเกี่ยวข้องในการสร้างคำอธิบาย (ฉลองวุฒิ จันทร์หอม และสมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2563) ซึ่งเด็กในวัยอายุ 7-11 ปี สามารถรับรู้และใช้เหตุผลในการ สร้างกฎเกณฑ์ มองเห็นความสัมพันธ์ซึ่งเป็นนามธรรม มากขึ้น รวมทั้งสามารถคิดในเชิงสัมพันธ์และเปรียบเทียบได้ ตลอดจนสามารถอธิบายเหตุผลได้ (ศศิประภา ธิมา, บังอร เสรีรัตน์ และอารีวรรณ เขี่ยมสะอาด, 2562) จึงนำไปสู่ การพัฒนาความสามารถดังกล่าวด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม

การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานสามารถส่งเสริมการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันเชื่อมโยงกับความรู้ที่ได้รับจากการเรียน เน้นการบูรณาการเนื้อหาเข้ากับบริบทที่เหมาะสมผ่านกิจกรรมการเรียนรู้จากการปฏิบัติการสังเกต การวิเคราะห์และอภิปรายผลด้วยตนเอง ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจทั้งเนื้อหาและกระบวนการได้อย่างมีประสิทธิภาพ (วันวิสาข์ รังงาม และศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2562) สอดคล้องกับศิริณา ชุมแสง, เอกภูมิ จันทรวงศ์ และสุรศักดิ์ เชียงกา (2560) และคัทลียา สิงห์วี (2561) ที่ศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานและเทคนิคการใช้คำถามช่วยพัฒนาความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ดีขึ้น โดยกำหนดสถานการณ์หรือบริบทใกล้เคียงที่เกี่ยวกับโมโนทัศน์ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ เกิดความสงสัย และใช้คำถามระดับพื้นฐานเพื่อทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งเป็นคำถามระดับวิเคราะห์ตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยของบลูม (Bloom, 1956) เพื่อกระตุ้นให้คิดและค้นหาคำตอบผ่านการปฏิบัติกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับบริบท ประสบการณ์และความรู้เดิมที่มีอยู่ จากนั้นร่วมกันสะท้อนคำตอบที่ได้ผ่านการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นแล้วนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ เพื่อให้เกิดกระบวนการคิดที่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน และบรรลุจุดมุ่งหมายในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ นอกจากนี้เป็นการกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาทักษะการคิด การแก้ปัญหา การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล และการเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (นิชกานต์ สฤกษ์ดีไพศาล, 2560)

จากความสำคัญและสภาพการณ์ดังที่กล่าวมาข้างต้น จึงควรมีการศึกษาการพัฒนาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีความรอบรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนนำไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีสมรรถนะ

(Competency) ทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผู้เรียนเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพของประเทศต่อไป

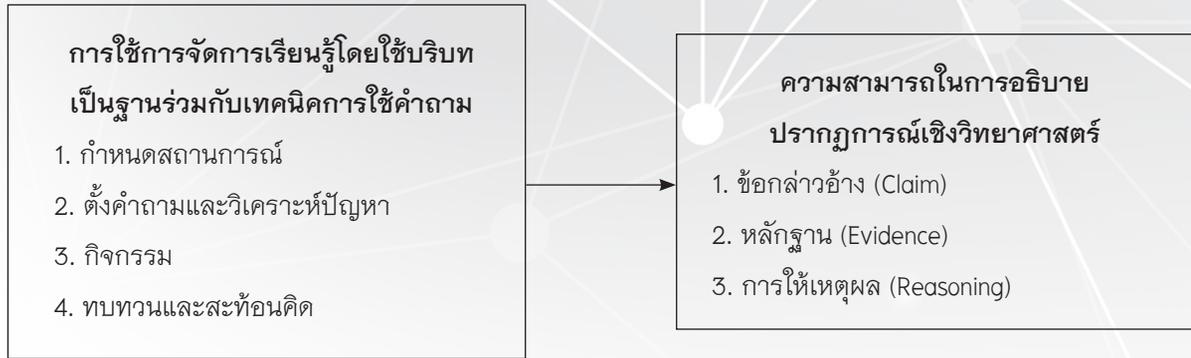
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม
3. เพื่อศึกษาพัฒนาการความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม

สมมุติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามมีพัฒนาการความสามารถในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Design) ใช้แบบแผนการวิจัยแบบทดลองกลุ่มเดียวแบบวัดซ้ำ (One-group Repeated Measured Design) และการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One-group Pretest Posttest Design)

ประชากร

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขนาดใหญ่ในกลุ่มอำเภอธัญบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานี เขต 2 จำนวน 5 โรงเรียน รวมทั้งสิ้น 1,296 คน

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ในกลุ่มอำเภอธัญบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานี เขต 2 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 35 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้โรงเรียนและห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เริ่มจากสุ่มโรงเรียนจำนวน 1 โรงเรียน จากทั้งหมด 5 โรงเรียน จากนั้นสุ่มห้องเรียน จำนวน 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 3 ห้องเรียน

เครื่องมือการวิจัย

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม เรื่อง สมบัติของวัสดุ มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ แนวทางการจัดการเรียนรู้ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐานและเทคนิคการใช้คำถาม

1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของวัสดุ

1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้และออกแบบกิจกรรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม จำนวน 4 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง รวม 16 ชั่วโมง เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่สร้างขึ้น เสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหาระหว่างรายละเอียดกับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำแล้วนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลต่อไป แสดงตัวอย่างดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เรียนรู้สมบัติทางกายภาพด้านความแข็งของวัสดุ	จำนวน 4 ชั่วโมง	
<p>สาระสำคัญ ความแข็งของวัสดุ คือ ความทนทานของวัสดุต่อการถูกขูดขีดโดยวัสดุอีกอันหนึ่ง หรือความทนทานต่อการเกิดรอยของวัสดุเมื่อมีมาแรงกระทำ สามารถทดสอบความแข็งได้ด้วยการนำมาขูดกัน ตัวอย่างวัสดุที่มีคุณสมบัติด้านความแข็งในชีวิตประจำวัน เช่น มีดที่ทำมาจากเหล็ก หรือเพชรที่นำมาใช้ทำเครื่องมือตัดกระดูก เป็นต้น</p>		
ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	เทคนิคการใช้คำถาม
ชั่วโมงที่ 1-2		
<p>ขั้นที่ 1 กำหนดสถานการณ์</p>	<p>1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คลิปวิดีโอที่มีการเตรียมวัตถุดิบต่าง ๆ ด้วยการใช้มีดและเชียง</p> <p>2. ครูตั้งคำถามดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - เมื่อเราออกแรงในการหันวัตถุดิบจะเกิดอะไรขึ้น (แนวทางการตอบ วัตถุขาดออกจากกัน, เชียงเกิดรอย) - จะเกิดอะไรขึ้นเมื่อเชียงไม้ที่ถูกใช้ไปนานหลายปี (แนวทางการตอบ เกิดรอยมากขึ้น, เกิดรอยร้าว-แตก) - เพราะเหตุใดเชียงถึงเป็นรอย (แนวทางการตอบ มีดมีความคม, เชียงมีความแข็งน้อยกว่ามีด) - นอกจากเชียงที่ทำจากไม้ นักเรียนคิดว่ามีวัสดุชนิดใดอีกบ้างที่สามารถนำมาใช้ทดแทนได้โดยที่ไม่เกิดรอยบนวัสดุ 	<p>ระดับความเข้าใจ</p> <p>ระดับการวิเคราะห์</p>
<p>ขั้นที่ 2 ตั้งคำถามและวิเคราะห์ปัญหา</p>	<p>1. ครูให้นักเรียนสังเกตกระจก 2 แผ่น (มีรอยและไม่มีรอย) แล้วใช้คำถามดังนี้</p> <p>1.1. การที่กระจกมีรอยเกิดจากอะไรได้บ้าง (แนวทางการตอบ เกิดจากการขูดขีด)</p> <p>1.2. มีวัสดุใดบ้างที่สามารถทำให้เกิดรอย (แนวทางการตอบ ไม้บรรทัดเหล็ก คัตเตอร์ ฯลฯ)</p> <p>1.3. นักเรียนคิดว่า จะเกิดอะไรขึ้นถ้าครูใช้เล็บในการขูดกระจก (แนวทางการตอบ ไม่เกิดรอย/ไม่มีการเปลี่ยนแปลง)</p> <p>1.4. ถ้าเปลี่ยนจากการใช้เล็บขูดกระจกเป็นใช้กระจกขูดเล็บจะเกิดอะไรขึ้น (แนวทางการตอบ เล็บเป็นรอย)</p> <p>2. ครูให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับการเกิดรอยบนวัสดุ เพื่อให้ได้ประเด็นในการเรียนรู้ ดังนี้</p> <p>2.1 วัสดุชนิดใดที่มีความแข็งมากกว่ากัน</p> <p>2.2 ตรวจสอบความแข็งของวัสดุนี้ได้อย่างไร</p>	<p>ระดับการวิเคราะห์</p>
<p>ขั้นที่ 3 กิจกรรม</p>	<p>1. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมสำรวจตรวจสอบคุณสมบัติด้านความแข็งของวัสดุแต่ละชนิด (แนวทางการตอบ พลาสติก อะลูมิเนียม กระเบื้อง แก้ว ไม้ และเหล็ก) จากนั้นบันทึกผลการทำกิจกรรม</p> <p>2. นักเรียนตอบคำถามหลังทำกิจกรรม โดยตอบคำถามตามองค์ประกอบของคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล</p>	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	เทคนิค การใช้คำถาม
<p>ขั้นที่ 4</p> <p>สะท้อนคิด</p>	<ol style="list-style-type: none"> ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมให้ได้ประเด็นดังนี้ “ความแข็งของวัสดุ คือ ความทนทานต่อการขูดขีด” ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการทำกิจกรรม โดยครูใช้คำถามดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> นักเรียนตรวจสอบความแข็งของวัสดุได้อย่างไร นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าวัสดุชนิดใดมีความแข็งมากหรือน้อย ครูประเมินความเข้าใจของนักเรียน โดยให้ตอบคำถามว่านักเรียนจะตรวจสอบความแข็งของวัสดุ ควรใช้วิธีการใดบ้าง และถ้านำพลอยไปขูดกระจกแล้วกระจกเกิดรอย นักเรียนจะอธิบายเรื่องนี้ได้อย่างไร ครูให้นักเรียนศึกษาตารางระดับความแข็งของวัสดุ จากนั้นครูใช้คำถามให้นักเรียนคาดการณ์เกี่ยวกับการทดสอบความแข็งของวัสดุด้วยการขูดระหว่างเพชรกับกระจกจะเกิดอะไรขึ้น 	<p>ระดับความเข้าใจ</p> <p>ระดับการประยุกต์ใช้</p>
ชั่วโมงที่ 3-4		
<p>ขั้นที่ 1</p> <p>กำหนด</p> <p>สถานการณ์</p>	<ol style="list-style-type: none"> ครูถามนักเรียนว่าเคยเห็นการแกะสลักหรือไม่ นักเรียนพบเห็นการแกะสลักบนวัสดุอะไรบ้าง (ตอบได้ตามความเข้าใจของตนเอง) การแกะสลักทำได้อย่างไร ต้องใช้เครื่องมือที่มีคุณสมบัติอย่างไร (ตอบได้ตามความเข้าใจของตนเอง) ครูกำหนดสถานการณ์ ดังนี้ “นักเรียนเป็นหนึ่งในผู้เข้าแข่งขันแกะสลักสบู โดยในการแข่งขัน ห้ามใช้มีดแกะสลักในการสร้างชิ้นงาน แต่สามารถใช้อุปกรณ์อื่น ๆ ที่พบเจอในชีวิตประจำวันได้” 	
<p>ขั้นที่ 2</p> <p>ตั้งคำถาม</p> <p>และวิเคราะห์</p> <p>ปัญหา</p>	<ol style="list-style-type: none"> ครูให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และตั้งคำถามจากสถานการณ์เพื่อใช้เป็นประเด็นในการจัดกิจกรรม ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> ปัญหาจากสถานการณ์ข้างต้น คืออะไร (ตอบตามที่นักเรียนเข้าใจ) วัสดุที่จะนำมาใช้ทำเป็นเครื่องมือในการแกะสลักควรมีสมบัติอย่างไร (แนวทางการตอบ มีสมบัติความแข็ง สามารถแกะเอาเนื้อสบู่ออกมาได้) จากสมบัติดังกล่าว นักเรียนคิดว่าควรเลือกใช้วัสดุใดในการแกะสลัก (ตอบตามที่นักเรียนเข้าใจ) นักเรียนคิดว่าวัสดุที่เราจะเลือกใช้ มีข้อจำกัดในการใช้แกะสลักอย่างไร เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น (ตอบตามที่นักเรียนเข้าใจ) 	<p>ระดับความเข้าใจ</p> <p>ระดับการวิเคราะห์</p>
<p>ขั้นที่ 3</p> <p>กิจกรรม</p>	<ol style="list-style-type: none"> ครูให้นักเรียนศึกษาวิธีการแกะสลักจากใบความรู้และความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ครูให้นักเรียนเลือกเครื่องมือที่นำมาใช้ในการแกะสลัก พร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกใช้ โดยให้ตอบตามองค์ประกอบของคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนลงมือทำกิจกรรม 	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	เทคนิคการวัดค่าถาม
ขั้นที่ 4 สะท้อนคิด	<ol style="list-style-type: none"> ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็น ดังต่อไปนี้ <ol style="list-style-type: none"> 1.1 ปัญหาที่พบจากการทำกิจกรรม เช่น ปัญหาเรื่องเครื่องมือ ชนิดสบู่นำมาใช้แคะสลัก เป็นต้น 1.2 นักเรียนแก้ไขปัญหานั้นอย่างไร (ตอบตามสภาพจริง) ครูให้นักเรียนร่วมกันสร้างข้อสรุปที่ได้จากการทำการทดลองนี้เพื่อแสดงความรู้ความเข้าใจของตนเอง โดยให้มีผลการสรุปดังนี้ “วัสดุที่มีความแข็งสามารถทนทานต่อการขูดขีดได้ ฉะนั้นการเลือกใช้เครื่องมือแคะสลักควรมีความแข็งมากกว่าสบู่มาก ทดสอบได้โดยการใช้วัสดุนั้นขีดลงบนสบู่มาก ถ้าสบู่มากเกิดรอย แสดงว่า วัสดุนั้นมีความแข็งมากกว่าสบู่มาก” ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน โดยครูใช้คำถาม ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 3.1 ถ้าหากคุณพ่อกำลังจะทำการแคะสลักป้ายบ้านเลขที่ใหม่แต่อุปกรณ์แคะสลักหายไป นักเรียนคิดว่าสามารถใช้วัสดุทดแทนได้ เพราะเหตุใด (แนวทางการตอบ เหล็ก เพราะเหล็กมีความแข็งมากกว่าไม้) ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกการสรุปร่างคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ หลังจากเรียนจบ 	ระดับการประยุกต์ใช้
2. แบบวัดความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้	2.1 ศึกษาหลักเกณฑ์และวิธีการสร้างแบบประเมินความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ ประเมินเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางสร้างแบบประเมินความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์	2.4 สร้างแบบวัดความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ (ก่อนและหลังเรียน) ซึ่งเป็นการใช้ข้อสอบชุดเดียวกัน โดยแบบวัดดังกล่าวเป็นแบบทดสอบความเรียง มีข้อคำถาม จำนวน 4 ข้อ ข้อละ 9 คะแนน คะแนนรวมอยู่ในช่วง 0-36 คะแนน
2.2 สร้างเกณฑ์การประเมินคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubric Scoring) (McNeill and Krajcik, 2008) กำหนดค่าตั้งแต่ 0 - 3 คะแนน มีองค์ประกอบในการตรวจได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) หลักฐาน และ 3) การให้เหตุผล ซึ่งมีการปรับเปลี่ยนรายละเอียดของเกณฑ์การประเมินให้สอดคล้องกับบริบทของเนื้อหา	2.2 สร้างเกณฑ์การประเมินคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubric Scoring) (McNeill and Krajcik, 2008) กำหนดค่าตั้งแต่ 0 - 3 คะแนน มีองค์ประกอบในการตรวจได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) หลักฐาน และ 3) การให้เหตุผล ซึ่งมีการปรับเปลี่ยนรายละเอียดของเกณฑ์การประเมินให้สอดคล้องกับบริบทของเนื้อหา	2.5 นำแบบวัดและเกณฑ์การประเมินความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล ด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหา กับวัตถุประสงค์ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00
2.3 กำหนดระดับความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยกำหนดช่วงคะแนนรวมและคะแนนเฉลี่ยร้อยละเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ควรปรับปรุง ดี และดีมาก	2.3 กำหนดระดับความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยกำหนดช่วงคะแนนรวมและคะแนนเฉลี่ยร้อยละเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ควรปรับปรุง ดี และดีมาก	2.6 นำแบบวัดความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแห่งหนึ่ง จำนวน 35 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งข้อคำถามมีความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.50 - 0.58 มีค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.36 - 0.64 มีความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.83 แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดจากผู้ตรวจ 2 คน

(Rater Agreement Index: RAI) มีค่าเท่ากับ 0.95 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่ามีค่าความเชื่อมั่นสูง (จตุภูมิ เขตจัตุรัส, 2560)

2.7 นำแบบวัดและเกณฑ์การประเมินความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการหาคุณภาพไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3. เกณฑ์การประเมินการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน มีขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาหลักเกณฑ์และวิธีการประเมินการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

3.2 สร้างเกณฑ์การประเมินการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน โดยใช้การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubric Scoring) 3 ระดับ กำหนดค่าตั้งแต่ 0-3 คะแนน มีองค์ประกอบในการตรวจได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) หลักฐาน และ 3) การให้เหตุผล ซึ่งข้อคำถามทุกข้อใช้เกณฑ์การประเมินเดียวกัน

3.3 กำหนดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน โดยกำหนดช่วงคะแนนรวมและคะแนนเฉลี่ยร้อยละ เป็น 3 ระดับ ได้แก่ ควรปรับปรุง ดี และดีมาก

3.4 นำเกณฑ์การประเมินการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประทับด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหา ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00

3.5 นำเกณฑ์การประเมินการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแห่งหนึ่ง จำนวน 35 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง มีค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดจากผู้ตรวจ 2 คน (Rater Agreement Index: RAI) มีค่าเท่ากับ 0.85 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่ามีค่าความเชื่อมั่นสูง (จตุภูมิ เขตจัตุรัส, 2560)

3.6 นำเกณฑ์การประเมินการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการหาคุณภาพไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม 2564 มีขั้นตอนดังนี้

1. ขออนุญาตโรงเรียนในการจัดการเรียนรู้
2. ประชุมนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อแนะนำและชี้แจงจุดประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ รวมถึงวิธีการจัดการเรียนรู้ ข้อตกลงในการเรียน โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง
3. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบวัดความสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ
4. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น จำนวน 4 แผน ใช้เวลารวมทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง และเมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะได้รับการประเมินพัฒนาการจากแบบฝึกการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
5. ทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบวัดความสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นฉบับเดียวกันกับก่อนเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าร้อยละ การแจกแจงความถี่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานการวิจัยโดยใช้การทดสอบค่า t (t-test for One Sample) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีการวัดซ้ำ (One-way ANOVA Repeated Measures)

ผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน (n=35)

รายการ	df	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p	ระดับ ความสามารถ
			\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.			
ข้อกล่าวอ้าง	34	12	5.31	3.09	11.69	0.87	13.12*	.00	ดีมาก
หลักฐาน	34	12	0.17	0.71	8.46	2.15	20.37*	.00	ดี
การให้เหตุผล	34	12	1.11	0.93	5.69	1.98	13.23*	.00	ดี
ภาพรวม	34	36	6.63	3.04	25.83	3.95	40.95*	.00	ดี

* $p < .05$

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม อยู่ในระดับควรปรับปรุง ($\bar{x} = 6.63$, S.D. = 3.04) หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ มีความสามารถอยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 25.83$, S.D. = 3.95)

เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์

ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาในแต่ละรายการพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านข้อกล่าวอ้างสูงที่สุด รองลงมาเป็นด้านหลักฐาน และด้านการให้เหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด

2. การเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม (n=35)

รายการ	df	เกณฑ์ร้อยละ 60			S.D.	t	p
		คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ร้อยละ			
ข้อกล่าวอ้าง	34	12	11.69	97.42	0.87	28.57*	.00
หลักฐาน	34	12	8.46	70.50	2.15	2.64*	.01
การให้เหตุผล	34	12	5.69	47.42	1.98	5.42*	.00
ภาพรวม	34	36	25.83	71.75	3.95	5.73*	.00

* $p < .05$

จากตารางที่ 3 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามนักเรียนมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์คะแนนเฉลี่ยในภาพรวมเท่ากับ 25.83 จากคะแนนเต็ม 36 คะแนน

เมื่อเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์

ในเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การศึกษาพัฒนาการความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 พัฒนาการความสามารถในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน (n=35)

รายการ	df	แบบฝึกที่ 1		แบบฝึกที่ 2		แบบฝึกที่ 3		แบบฝึกที่ 4		F	P
		\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.		
ข้อกล่าวอ้าง	3	2.23	0.41	4.29	0.31	5.49	0.19	5.83	0.12	38.65*	0.00
หลักฐาน	3	0.31	0.72	1.46	1.34	2.49	1.38	3.37	1.41	69.69*	0.00
การให้เหตุผล	3	0.34	0.73	0.89	0.90	1.74	1.17	2.63	1.44	41.55*	0.00
ภาพรวม	3	2.88	1.86	6.64	2.55	9.72	2.74	11.83	2.97	88.47*	0.00
ระดับความสามารถ		ควรปรับปรุง		ควรปรับปรุง		ดี		ดี			

* $p \leq .05$

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ในแบบฝึกที่ 1 อยู่ในระดับควรปรับปรุง ($\bar{x} = 2.88$, S.D. = 1.86) แบบฝึกที่ 2 อยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 6.64$, S.D. = 2.55) แบบฝึกที่ 3 อยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 9.72$, S.D. = 2.74) และแบบฝึกที่ 4 อยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 11.83$, S.D. = 2.97)

เมื่อเปรียบเทียบพัฒนาการความสามารถในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

1. หลังการเรียนโดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม นักเรียนมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามมีพัฒนาการความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม มีประเด็นอภิปรายผลการวิจัย 2 ประเด็นดังนี้

1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม มีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจและเกิดข้อสงสัยจากการนำเสนอประเด็นสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน นำไปสู่การตั้งคำถามและปฏิบัติกิจกรรมเพื่อให้ได้หลักฐานที่จะนำไปใช้เชื่อมโยงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนำไปสู่การตอบคำถามที่สงสัย โดยผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนอภิปรายและหาข้อสรุปจากกิจกรรมร่วมกัน แล้วนำข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมมาสร้างคำอธิบายของตนเอง และเป็นคำอธิบายที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ดังที่ ทิศนา แหม่มณี (2562) ได้กล่าวไว้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนจะสร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยเน้นความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ

จนสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับ วราพร รัศมีจาตุรงค์, ดวงฤทัย ศรีแดง และอรพรรณ สมประสงค์ (2562) ที่ศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เข้าด้วยกัน เพิ่มกระบวนการคิดขั้นสูงให้กับผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเองและเชื่อมโยงความรู้กับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว ส่งผลให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาและพัฒนาให้เกิดเป็นความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับ ตีรณา ชุมแสง และคนอื่น ๆ (2560) ที่ศึกษาพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐานมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน คล้ายกับสิริพงศ์ แพทย์วงษ์, เอกภูมิ จันทราชันตี และสุรศักดิ์ เชียงกา (2563) ที่ศึกษาพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดีมาก โดยเฉพาะข้อคำถามที่มีบริบทใกล้เคียงกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้

2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ในชั้นกิจกรรมผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ได้หลักฐานที่จะนำไปเชื่อมโยงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง และขั้นสะท้อนคิดที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายผลและบันทึกข้อสรุปจากการทำกิจกรรม ซึ่งทั้งสองขั้นเป็นขั้นตอนสำคัญที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนวิเคราะห์และใช้ข้อมูลเป็นหลักฐานประกอบการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล และนำความรู้ที่ค้นพบเชื่อมโยงกับความรู้เดิมทำให้เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ และเกิดการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ดังที่ ทิศนา แหมมณี (2562) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองผ่านการปฏิบัติจริงและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ จะทำให้เกิดการรับรู้ความรู้อย่างมีความหมายและบันทึกข้อมูลไว้ในความจำได้ยาวนาน สอดคล้องกับ

วันวิสาข์ รังงาม และศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2562) ที่ศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้ (ณัฐกฤษ ทองน้อย, 2560; วราพร รัศมีจาตุรงค์ และคนอื่น ๆ, 2562)

3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามมีพัฒนาการความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองจากบริบทรอบตัว รวมถึงได้รับการฝึกฝนด้วยแบบฝึกการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและมีพัฒนาการความสามารถระหว่างเรียนแตกต่างกัน สอดคล้องกับ วันวิสาข์ รังงาม และศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2562) ที่ศึกษาพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานมีพัฒนาการความสามารถในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นในทุกแผนการจัดการเรียนรู้และมีพัฒนาการเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงมาก คล้ายกับ อรณิชา หงษ์เกิด, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และปราโมทย์ ชำนาญปิ่น (2561) ที่ศึกษาพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ผู้เรียนมีพัฒนาการในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ผู้สอนควรเลือกบริบทที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น เช่น ภาชนะที่ใช้ในการประกอบอาหารส่วนใหญ่มักทำด้วยโลหะ สแตนเลส หรืออะลูมิเนียม ซึ่งเป็นวัสดุที่สามารถนำความร้อนได้ จึงทำให้ความร้อนส่งผ่านไปยังอาหารที่ปรุงได้รวดเร็ว แต่ส่วนด้ามจับภาชนะจะเป็นวัสดุประเภทไม้หรือพลาสติก เนื่องจากนำความร้อนได้ไม่ดี จึงใช้เป็นฉนวนความร้อน เป็นต้น

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ผู้สอนควรสร้างความตระหนักให้ผู้เรียนใช้หลักฐานเป็นข้อมูลประกอบการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยไม่นำความรู้สึกเข้ามาเกี่ยวข้อง

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ผู้สอนอาจจะให้ผู้เรียนฝึกเทคนิคการตั้งคำถามด้วย “ใคร ทำอะไร ที่ไหน เมื่อไหร่ อย่างไร” จากสถานการณ์ง่าย ๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ตั้งคำถามจากปรากฏการณ์ที่ต้องศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามในตัวแปรอื่น เช่น ความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการสื่อสาร เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- คัทลียา ลิงหิ่ว. (2561). *แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- จตุภูมิ เขตจัตุรัส. (2560). *วิธีการและเครื่องมือประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน*. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ฉลองวุฒิ จันท์หอม และสมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2563). การสำรวจความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ใน *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 21*, วันที่ 27 มีนาคม 2563 ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (หน้า 644 – 654). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ศิรณา ชุมแสง, เอกภูมิ จันทรขันธ์ และสุรศักดิ์ เชียงกา. (2560). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องสมดุลกลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. ใน *การประชุมการเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษา ระดับนานาชาติ 2560*, วันที่ 10 มีนาคม 2560 ณ อาคารพจนสารสิน มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (หน้า 1178 – 1189). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ทัศนยา แคมมณี. (2562). *ศาสตร์การสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 23). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐกฤษ ทองน้อย. (2560). *การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบนิเวศ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน*. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).
- นวลจิตต์ เขาวงกตพิงศ์. (2562). การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, 12(1), 40–54
- นิชกานต์ สฤษดิ์ไพศาล. (2560). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามระดับสูงเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา).

- วราพร รัศมีจางตรงค์, ดวงฤทัย ศรีแดง และอรพรพรรณ สมประสงค์. (2562). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกรด – เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. ใน *งานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2562*, วันที่ 26 เมษายน 2562 ณ อาคารพระพิฆเนศ มหาวิทยาลัยรังสิต. (หน้า 678–701). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต.
- วันวิสาข์ รั๊กงาม และศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2562). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 34(2), 52–65.
- ศศิประภา ธิมา, บังอร เสรีรัตน์ และอารีวรรณ เอี่ยมสะอาด. (2562). การพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์เพื่อพัฒนาความสามารถการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี*, 9(1), 204–211
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- สิริพงศ์ แพทย์วงษ์, เอกภูมิ จันทรขันธ์ และสุรศักดิ์ เชียงกา. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการสอนแบบ PRO ต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียง. ใน *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 21*, วันที่ 27 มีนาคม 2563 ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (หน้า 539–550). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- สุปรียา ตันศิริกุล. (2561). *การพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย (Haus der Kleinen Forscher) เพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3*. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนมหาวิทยาลัยศิลปากร).
- อรณิชา หงษ์เกิด, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และปราโมทย์ ชำนาญปิ่น. (2561). การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 56*, วันที่ 30 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์ 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (หน้า 1–10). กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of education objective handbook I: Cognitive*. New York: David Mackey Company Inc.
- McNeill, K. L., and Krajcik, J. (2008). Inquiry and scientific explanations: Helping students use evidence and reasoning. In Luft, J., Bell, R., & Gess-Newsome, J. (Eds.). In *Science as inquiry in the secondary setting*, (pp. 121–134). Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2019). *PISA 2018 Assessment and analytical framework*. Paris, PISA: OECD Publishing.