

**การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้
แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

พิมพ์ลอย ตามตระกูล

**การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา**

พฤษภาคม 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบท เป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่ง ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยนเรศวร



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิติยา บงกชเพชร)

อาจารย์ที่ปรึกษา



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

พฤษภาคม 2564

ประกาศคุณูปการ

ผู้ศึกษาค้นคว้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิตติยา บงกชเพชร อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำปรึกษาและคำแนะนำด้วยความเอาใจใส่ เป็นอย่างยิ่งตลอดการศึกษาค้นคว้า และขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรี รมพยอม วิชัยดิษฐ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ และ ดร.สุรียา ซาปู้ คณะกรรมการ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องของการศึกษาค้นคว้าฉบับนี้จนสำเร็จ ลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล อาจารย์ประจำภาควิชา การศึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภารัตน์ เชื้อชวด ไชยสิทธิ์ อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ และนางสาวสวาสดี ปานเพ็ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนจ่านกร้อง จังหวัด พิษณุโลก ที่กรุณาให้คำแนะนำแก้ไขและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า จนทำให้ การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สมบูรณ์และมีคุณค่า

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทินกร กันยานี อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่เสียสละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาและคำแนะนำจนสามารถพัฒนา เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียนและคณะครูในโรงเรียนทุกท่านที่ได้ให้ ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวกตลอดการวิจัย และขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือ เป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาค้นคว้าฉบับนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าขออุทิศแด่ ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน

พิมพ์ลอย ตามตระกูล

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ผู้ศึกษาค้นคว้า	พิมพ์ลอย ตามตระกูล
ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิตติยา บงกชเพชร
ประเภทสารนิพนธ์	การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2563
คำสำคัญ	ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี กรด-เบส

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีที่พัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และศึกษาพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 22 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมของนักเรียน และแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา วิเคราะห์การพัฒนาระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ด้วยการให้คะแนนและจัดระดับตามกรอบการประเมิน PISA 2015 และใช้วิธีการตรวจสอบแบบสามเส้าเพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของงานวิจัย ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีประกอบด้วย 4 ขั้น ได้แก่ ขั้นกำหนดสถานการณ์ ครูกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวนักเรียนที่สามารถพบเห็นได้ตามสื่อโฆษณาและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนระบุปัญหาและเลือกประเด็นที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นลงมือปฏิบัติงาน ครูให้นักเรียนออกแบบวิธีการตรวจสอบปัญหาโดยบูรณาการร่วมกับการใช้แอปพลิเคชันหรือโปรแกรมห้องปฏิบัติการเสมือนและเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้ใช้เป็นเครื่องมือในการลงมือปฏิบัติหรือสืบค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมหรือใช้เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประเมินความเหมาะสมของวิธีการที่ได้ออกแบบไว้ขณะลงสำรวจพื้นที่จริง ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ นักเรียนวิเคราะห์ผลการตรวจสอบ อภิปรายและออกแบบผ่านเว็บไซต์สำหรับงานกราฟิกพร้อมนำเสนอผลการตรวจสอบและขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ครุนำเสนอสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึง

สถานการณ์เดิมผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ สำหรับผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลัง เรียนอยู่ที่ระดับ 2 สูงกว่า ก่อนเรียนที่ระดับ 1b โดยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีการพัฒนามากที่สุดไปน้อยที่สุด ได้แก่ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Title DEVELOPING SCIENTIFIC LITERACY THROUGH CONTEXT-BASED LEARNING WITH TECHNOLOGY INVOLVING ACID-BASE TOPIC FOR 11TH GRADE STUDENTS

Author Pimploy Tamtrakul

Advisor Assistant Professor Thitiya Bongkotphet, Ph.D.

Academic Paper Independent Study M.A. in Science Education, Naresuan University, 2020

Keywords Scientific Literacy, Context-Based Learning with Technology, Acid-Base

ABSTRACT

This research aimed to study the possibilities of learning management using context-based learning in conjunction with technology. The study was designed to improve the scientific literacy of 11th grade students when studying in acid-base topics. The control sample consisted of twenty-two 11th grade students. The research tools were comprised of the three lesson plans, a reflective learning management form, students' worksheets, and a scientific literacy test. Data assessment was performed by content analysis. The scores from testing provided the achievement level of scientific literacy and were based on the Programed for International Student Assessments (PISA) 2015 science framework. The triangulation method was employed to ensure credibility of this research. The results of this research indicated that context-based learning in conjunction with technology management was essential for the development of scientific literacy. The development process consisted of four phases which included, the Presentation in Context: The teacher presented the context on the quality of students' surroundings by using videos or infographics with explanatory details. Afterwards, the teacher asked questions designed to motivate students to try and identify the scientific problems; and then, selecting problem which is to be solved in the classroom. In Phase 2, Taking Action: Students designed an inspection method and carried out the experiment using available technology driven methods, such as an application on a smartphone, a chemistry

lab simulator program, or social media. Several technological methods were used by students while searching for information, gaining knowledge, communicating with classmates, or verifying inspection method throughout the survey. In the following Phase, Learning Key Concept: The teacher encouraged students to analyze the data, design a presentation using a graphic design website, and later discuss the results. And finally, the fourth Phase, Recontextualize: The teacher presented students with an analogous context extracted from a social media source. The result from the scientific literacy post-test indicated an increase of scientific literacy score of 2, able to participate actively in life situations related to science and technology, when compared with the pre-test score of 1b, reading competency at the lowest level.

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	6
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี.....	12
ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์.....	16
การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี.....	29
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	46
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	48
แบบแผนการวิจัย.....	48
กลุ่มเป้าหมาย.....	49
การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	50
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	59
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	60

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	63
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส.....	63
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับ การใช้เทคโนโลยี เรื่อง กรด-เบส.....	98
5 บทสรุป.....	115
สรุปผลการวิจัย.....	115
อภิปรายผลการวิจัย.....	117
ข้อเสนอแนะ.....	123
บรรณานุกรม.....	125
ภาคผนวก.....	132
ประวัติผู้วิจัย.....	210

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงบริบทสำหรับการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015.....	18
2 แสดงระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....	27
3 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานในรูปแบบต่างๆ.....	38
4 แสดงรายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน ร่วมกับการใช้เทคโนโลยี เรื่อง กรด-เบส.....	51
5 แสดงขอบเขตการบันทึกในแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้.....	53
6 แสดงการวิเคราะห์การสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	55
7 แสดงเกณฑ์การประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส โดยอ้างอิงจากกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของ PISA 2015.....	61
8 แสดงปัญหาและข้อเสนอแนะที่ได้รับในวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 แบ่งตามขั้นการสอน.....	94
9 แสดงคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี.....	114

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 แสดงกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015.....	17
2 แสดงตัวอย่างข้อสอบตามแนว PISA 2015 คำถามข้อที่ 1.....	23
3 แสดงตัวอย่างข้อสอบตามแนว PISA 2015 คำถามข้อที่ 2.....	24
4 แสดงตัวอย่างข้อสอบตามแนว PISA 2015 คำถามข้อที่ 3.....	25
5 แสดงตัวอย่างข้อสอบตามแนว PISA 2015 คำถามข้อที่ 4.....	26
6 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน.....	36
7 แสดงเว็บไซต์จำลองห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เสมือนจริง เรื่อง ค่าพีเอชของสารละลาย.....	41
8 แสดงหน้าจอการทำงานของแอปพลิเคชัน Color Name.....	42
9 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	49
10 แสดงการนำเสนอวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำมาตรวจสอบค่าพีเอช.....	71
11 แสดงหน้าจอโปรแกรมจำลองห้องปฏิบัติการเคมี Crocodile Chemistry เรื่อง อินดิเคเตอร์.....	82
12 แสดงแผนภูมิแห่งความสัมพันธ์ของร้อยละคะแนนเฉลี่ยแยกตาม สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจร.....	98
13 แสดงตัวอย่างการบันทึกผลการตรวจสอบและการแปลงข้อมูล เพื่อประกอบการนำเสนอของนักเรียน.....	100
14 แสดงตัวอย่างการนำความรู้ เรื่อง อินดิเคเตอร์ มาใช้ประกอบการอธิบาย ได้อย่างถูกต้อง.....	101
15 แสดงร้อยละคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จากใบกิจกรรม.....	103
16 แสดงตัวอย่างการระบุปัญหาจากสถานการณ์ของนักเรียนกลุ่มที่ 2.....	104
17 แสดงตัวอย่างการระบุปัญหาจากสถานการณ์ของนักเรียนกลุ่มที่ 3.....	104
18 แสดงตัวอย่างคำตอบการออกแบบวิธีการตรวจสอบปัญหาของนักเรียน ที่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์.....	105

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
19 แสดงตัวอย่างการระบุปัญหาและแยกแยะปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง.....	105
20 แสดงตัวอย่างการออกแบบวิธีการตรวจสอบปัญหาที่ยังไม่สมบูรณ์.....	106
21 แสดงร้อยละคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	107
22 แสดงตัวอย่างการแปลงชุดข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบให้อยู่ในรูปแบบ ตารางและกราฟความสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้อง.....	108
23 แสดงตัวอย่างการบันทึกผลการตรวจสอบ และการแปลงข้อมูลนำเสนอ ในรูปแบบอื่นของนักเรียนกลุ่มที่ 3.....	110
24 แสดงตัวอย่างการลงข้อสรุปของข้อมูลจากวิธีการตรวจสอบข้อมูล ของนักเรียนกลุ่มที่ 1.....	110
25 แสดงแนวโน้มร้อยละของคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์.....	111
26 แสดงตัวอย่างคำตอบการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสร้างคำอธิบาย ได้อย่างถูกต้อง.....	112
27 แสดงตัวอย่างคำตอบที่ไม่สามารถนำความรู้ไปสร้างคำอธิบายเชื่อมโยง กับสถานการณ์ได้.....	113
28 แสดงตัวอย่างคำตอบการประเมินข้อโต้แย้งจากหลักฐานและประจักษ์พยาน ได้อย่างถูกต้องชัดเจน.....	114

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม เป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศไปสู่เศรษฐกิจและสังคมฐานความรู้ ซึ่งจะทำให้ประเทศมีความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงอันเกิดจากกระแสโลกาภิวัตน์ และรับมือกับประเด็นอุบัติใหม่ที่ส่งผลกระทบต่อประเทศไทย อาทิ การเข้าสู่สังคมสูงอายุ การเผชิญกับวิกฤติพลังงาน การจัดการด้านการกีดกันทางการค้า การพัฒนาระบบสาธารณสุขแนวใหม่และการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, 2555) อีกทั้งวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยส่งเสริมให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดรูปแบบต่างๆ อาทิ การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์วิจารณ์ การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 รวมถึงการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจได้โดยใช้ข้อมูลจากประจักษ์พยานที่หลากหลายและตรวจสอบได้ ดังนั้นทุกคนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสำคัญอย่างยิ่งในการเตรียมเยาวชนให้มีความพร้อม สามารถดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบันที่มีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐาน รับรู้และตัดสินใจประเด็นปัญหาของสังคมที่เกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีความรู้ความเข้าใจ มีส่วนร่วมในสังคมระดับชุมชน ระดับประเทศและระดับโลกอย่างเต็มภาคภูมิ โดยเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การทำให้นักเรียนทุกคนมีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี; สสวท, 2562) ในปี ค.ศ. 2018 องค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) ได้ให้นิยามของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ ในการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment, PISA) ที่ดำเนินการโดย OECD มีประเด็น

หลักในการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คือ ต้องการทราบว่านักเรียนในช่วงอายุ 15 ปี บริบูรณ์ที่กำลังเติบโตไปเป็นทรัพยากรแรงงานที่สำคัญของประเทศ มีความรู้ในทฤษฎีและแนวคิด พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และสามารถแก้ปัญหาที่พบ ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดีเพียงใด ซึ่งสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและ ออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (สสวท, 2561)

จากการวิเคราะห์รายงานผลการประเมิน PISA ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ที่ประเทศไทยได้เข้าร่วมการทดสอบจนถึงปัจจุบัน พบว่าคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย อยู่ในช่วง 421 – 444 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ทุกปี และนักเรียนไทยเฉลี่ยร้อยละ 50 มีระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์อยู่ที่ระดับสองซึ่งเป็นระดับพื้นฐานที่นักเรียนวัยนี้ควรจะรู้ (สุนีย์ คล้ายนิลและคณะ, 2551; สสวท, 2554, 2557, 2561 และ 2564)

นอกจากผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติแล้ว ผู้วิจัยได้ ทำการศึกษาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในห้องเรียนขณะจัดการเรียนการสอน เรื่องหลักการไทเทรตในรายวิชาเคมี 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในปีการศึกษา 2562 เมื่อวิเคราะห์ ใบบกกิจกรรมของนักเรียนจากการเขียนอธิบายประเด็นทางวิทยาศาสตร์ในข้อคำถามเรื่อง การเกิดปฏิกิริยาของสารละลายกรดและเบสขณะทำการไทเทรต พบว่านักเรียนสามารถระบุ ความเป็นกรดเบสของสารละลายและยกตัวอย่างได้แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าเมื่อผสมสารละลาย ทั้งสองเข้าด้วยกันสารละลายกรดและเบสจะเกิดปฏิกิริยาแบบใด ซึ่งให้เห็นว่านักเรียนมีสมรรถนะ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เพียงบางส่วนเท่านั้นคือสามารถนำความรู้ ทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงกับเนื้อหาวิชาได้แต่ไม่สามารถสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลได้ อีกทั้งเมื่อครูผู้สอนได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ทำการไทเทรตอย่างง่ายโดยใช้การนับหยด สารละลาย พบว่ามีนักเรียนร้อยละ 80 ของห้องเรียนที่ไม่สามารถนำผลการทดลองที่ได้ มาวิเคราะห์เพื่อแปลผลและอภิปรายผลการทดลอง พฤติกรรมเหล่านี้แสดงถึงการขาดสมรรถนะ การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและในการ จัดการเรียนรู้อินดิเคเตอร์ พบว่านักเรียนร้อยละ 70 ของห้องเรียนยังไม่สามารถระบุได้ว่า หากต้องการตรวจวัดจุดยุติของการไทเทรตที่กำหนดจะต้องใช้อินดิเคเตอร์ตัวใดและนักเรียนไม่

สามารถประเมินการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ในสถานการณ์จำลองได้ว่าถูกต้องหรือไม่ สอดคล้องกับงานวิจัยของกุลธิดา ชนาภิมุข (2563) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างไม่สามารถสรุปผลจากข้อค้นพบที่ได้จากการทดลองหรือยังนำเสนอผลการศึกษาไม่ตรงประเด็นซึ่งเป็นพฤติกรรมบ่งชี้หนึ่งในสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และสอดคล้องงานวิจัยของวรรณพงษ์ สุทธิเวสน์วรากล (2562) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยกลุ่มเป้าหมายมีตัวอย่างพฤติกรรม เช่น ไม่สามารถแปลงข้อมูลจากรูปภาพเป็นรูปแบบอื่นๆ ได้หรือไม่สามารถอธิบายถึงการนำศักยภาพของกายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ไปประยุกต์ใช้เพื่อสังคมได้ เป็นต้น จากตัวอย่างข้างต้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายยังแสดงพฤติกรรมบ่งชี้ถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 ได้ไม่ชัดเจนเท่าที่ควรดังนั้นจึงยังต้องการการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้วย

จากการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนมีความสอดคล้องกับการวิเคราะห์ผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ PISA 2015 ที่พบว่าปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อประเมินของนักเรียนไทยคือวิธีการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันที่เน้นการสอนเนื้อหาตามตัวชี้วัด ใช้กระบวนการท่องจำมากกว่าการคิดวิเคราะห์สังเคราะห์และให้นักเรียนได้เรียนรู้ที่จะนำองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้รับไปปรับประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่พบเจอในชีวิตประจำวัน สังเกตได้จากการสอบวัดความสามารถเพื่อเข้าศึกษาต่อ รูปแบบข้อสอบส่วนใหญ่เป็นข้อสอบเลือกตอบที่เน้นกระบวนการท่องจำเนื้อหาสาระสำคัญจึงเป็นผลให้ครูผู้สอนและนักเรียนหาวิธีการหรือแนวทางในการจดจำเนื้อหาสาระมากขึ้นจนละเลยการส่งเสริมให้นักเรียนได้นำองค์ความรู้ที่ได้รับมาเชื่อมโยงเข้ากับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน (สสวท, 2561)

ผู้วิจัยได้ศึกษาคู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีมีแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง แต่ด้วยบริบทของโรงเรียนที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนการสอนอยู่เป็นโรงเรียนขยายโอกาส สภาพห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ไม่พร้อมใช้งานขาดแคลนอุปกรณ์และสารเคมีจำเป็นสำหรับการทดลองบางอย่างมีราคาสูงทำให้ครูผู้สอนไม่สามารถจัดกิจกรรมการทดลองให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติได้จึงจัดการเรียนรู้ด้วยหนังสือเรียน

และการบรรยายเป็นหลักส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ฉะนั้นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบเน้นการบรรยายเป็นหลักจึงไม่เหมาะสมต่อการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เมื่อผู้วิจัยได้ศึกษาเพิ่มเติมพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานมีความเหมาะสมต่อการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้ที่อาศัยการบูรณาการเนื้อหาเข้ากับสถานการณ์ที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้และทักษะในการนำไปใช้ในเวลาพร้อมๆ กัน โดยบริบทในที่นี้จะอ้างถึงทั้งเหตุการณ์และสถานที่ต่างๆ ที่เอื้อให้เห็นถึงความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อนกับเหตุการณ์หรือประสบการณ์ของผู้เรียน เช่น สารเคมีในผลิตภัณฑ์ที่นักเรียนต้องใช้อยู่เป็นประจำในชีวิตสภาพปัญหาเกี่ยวกับการประกอบอาชีพของมนุษย์ในบริบทสังคมที่นักเรียนอาศัยอยู่ หรือประเด็นต่างๆ ที่อยู่ในความสนใจของนักเรียนขณะนั้น (ทัศนริน เครือทอง, 2553) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้เนื้อหาสาระและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับสถานการณ์หรือบริบทในชีวิตประจำวัน (Gilbert, 2006)

อีกทั้งปัจจุบันเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทต่อการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สมาร์ทโฟนหรือโทรศัพท์มือถือเข้ามามีบทบาทอย่างมากในชีวิตประจำวันและได้เปลี่ยนแปลงวิธีการสอนและการเรียนรู้แบบเดิมไปสู่แบบใหม่ที่เปิดกว้าง สะดวกและทำได้ทุกสถานที่ทุกเวลา (ธีรศักดิ์ ไรจนราธา, 2563) ซึ่งเทคโนโลยีที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการศึกษามีหลายรูปแบบ เช่น การใช้สื่อวิทยาศาสตร์ในรูปแบบ AR (Augmented Reality) แอนิเมชัน วิดีทัศน์ เป็นต้น เทคโนโลยีเหล่านี้มีทั้งภาพเคลื่อนไหวและเสียง และยังสามารถนำมาสร้างสถานการณ์เสมือนจริงได้ด้วย (วิมลมาศ ศรีนาราง, 2562) นอกจากนั้นพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้กล่าวไว้ในหมวด 9 ว่าด้วยเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา มาตรา 66 ว่า ผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในโอกาสแรกที่ทำได้ เพื่อให้มีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภาวิดา สายโอภาส (2557) ที่ทำการศึกษาด้านผลการใช้บทเรียนบนเว็บไซต์ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า บทเรียนบนเว็บไซต์มีผลการประเมินหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรืองานวิจัยของ Jodi L., Anna N., and

David J. (2018) ที่ใช้โปรแกรมจำลองห้องปฏิบัติการทางเคมีเข้ามาร่วมในการจัดกิจกรรม โดยครูผู้สอนสามารถนำสถานการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาให้นักเรียนได้ทำการทดลองผ่านโปรแกรมดังกล่าวซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีได้ดียิ่งขึ้น

จากประเด็นข้างต้น การนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานจะสามารถทำให้นักเรียนพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Antony J., and Harry E. (2011) ที่กล่าวไว้ว่า สมาร์ทโฟนมีส่วนช่วยอย่างมากในการจัดการเรียนรู้ เพราะเคลื่อนย้ายง่าย มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับคอมพิวเตอร์และมีประโยชน์อย่างมากต่อการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี และเมื่อวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) พบว่าเนื้อหาเรื่องกรด-เบสมีความเหมาะสมในการนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากว่าเป็นเนื้อหาที่มีความใกล้ตัวนักเรียนที่สุด เพราะสารเคมีเหล่านี้ถูกสังเคราะห์ขึ้นมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ด้านการแพทย์ ด้านอาหาร ด้านอุตสาหกรรม ด้านเกษตรกรรม เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของพลอย นัดดา ผาบไชย (2563) ที่ศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์โดยใช้เนื้อหาเรื่องกรด-เบส ผลการวิจัยปรากฏว่าความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจัดกิจกรรมอยู่ในระดับดีมากที่สูงกว่าก่อนเรียนที่อยู่ระดับพอใช้ และมีระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์สูงกว่าระดับค่าเฉลี่ยของ OECD ด้วย

จากความสำคัญและสภาพปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำถามวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่องกรด-เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ควรมีแนวทางอย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีสามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่องกรด-เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้หรือไม่อย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีที่พัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่องกรด-เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่องกรด-เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี

ขอบเขตของการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมวิจัย
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 22 คน จากโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยการเลือกแบบเจาะจง
2. เนื้อหาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
รายวิชา ว32224 เคมี 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระยะเวลา 12 คาบ โดยใช้เนื้อหาเรื่องกรด-เบส ได้แก่ ค่าพีเอชของสารละลาย อินดิเคเตอร์ และสารละลายบัฟเฟอร์
3. ตัวแปรที่ศึกษา
 - 3.1 การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเรื่องกรด-เบส
 - 3.2 ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
4. ระยะเวลา
ทำการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 เป็นเวลา 3 คาบ/สัปดาห์ ใช้เวลารวม 12 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง โดยจัดกิจกรรมตามวันเวลาเรียนปกติของนักเรียน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อเป็นแนวทางในการบูรณาการเทคโนโลยีร่วมกับการจัดการเรียนรู้รูปแบบต่างๆ ที่จะสามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หรือทักษะอื่นๆ สำหรับจัดการเรียนรู้ภายใต้สถานการณ์การดำเนินชีวิตแบบวิถีใหม่ (New Normal)

นิยามศัพท์เฉพาะ

ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้เรื่องกรด-เบส เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาและตัดสินใจในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยผ่านการคิดวิเคราะห์สังเคราะห์ถึงความเป็นเหตุเป็นผลของกระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าว ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 สมรรถนะ ดังนี้

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้เรื่องกรด-เบส มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล สามารถระบุ ใช้สร้างรูปแบบแนวทางและนำเสนอคำอธิบายได้ นักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้และนักเรียนสามารถอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ นักเรียนสามารถแยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาใดที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำเสนอและประเมินวิธีการหรือแนวทางในการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ รวมถึงนักเรียนสามารถบรรยายและประเมินวิธีการต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบายได้

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สามารถแยกแยะ

ข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาสิ่งอื่น รวมถึงสามารถประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลายได้

แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบวัดที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นตามกรอบ การประเมินของ PISA 2015 ซึ่งมี 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) แบบเลือกตอบ 2) แบบเลือกตอบเชิงซ้อน และ 3) แบบเขียนตอบ โดยวัดพฤติกรรมบ่งชี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ

การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์หรือบริบทเรื่องกรด-เบส ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนิน ชีวิตประจำวัน สภาพชุมชนที่อยู่อาศัยหรือสิ่งแวดล้อมซึ่งใกล้ตัวนักเรียน โดยในการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ในแต่ละชั้นจะนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ ซึ่งเทคโนโลยีที่นำมาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สมาร์ทโฟน แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สื่อมัลติมีเดียและเครือข่ายสังคม ออนไลน์ที่มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้และเนื้อหาในเรื่องกรด-เบส เพื่อช่วยส่งเสริมให้ นักเรียนได้พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็น ฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีมีขั้นตอนการสอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์ ครูนำเสนอสถานการณ์ผ่านบทความและรูปภาพ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน ในชุมชนหรือเป็นสถานการณ์ ที่อยู่ในความสนใจของนักเรียนขณะนั้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจและสร้างความคุ้นเคย ให้แก่นักเรียน รวมทั้งร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์นั้นๆ ระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการ ตรวจสอบในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์และนำเสนอประเด็นปัญหาเพื่อแยกแยะว่าประเด็นที่แต่ละ กลุ่มนำเสนอสามารถตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่และลงข้อสรุปเลือก ปัญหาที่ต้องการตรวจสอบเพื่อให้เป็นประเด็นเดียวกัน

ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติงาน นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อเสนอวิธีการสำรวจ ตรวจสอบประเด็นปัญหาที่ได้เลือกไว้และร่วมกันออกแบบวิธีการตรวจสอบปัญหาภายในกลุ่ม จากนั้นนำวิธีการที่ได้ออกแบบไว้ไปเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ นักเรียนเรียนรู้แนวคิดสำคัญผ่านการทำกิจกรรม ซึ่งครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอผลการตรวจสอบและข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม ร่วมกัน อภิปรายผลและสรุปความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม ให้นักเรียนได้ประเมินผลการตรวจสอบของ กลุ่มตนเองและกลุ่มของเพื่อนว่าผลที่ได้จากการตรวจสอบด้วยวิธีการที่ได้ออกแบบนั้น มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร จากนั้นให้แต่ละกลุ่มเสนอแนะวิธีการตรวจสอบ เพื่อปรับปรุงให้ดีขึ้นในครั้งต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ครูผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ใหม่และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการนำความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้รับผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 ขั้นประยุกต์ใช้ในสถานการณ์หรือบริบทใหม่ที่มีความคล้ายคลึงกัน หรือนำไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของสิ่งที่ได้เรียนรู้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - 1.1 วัตถุประสงค์และพันธกิจของโรงเรียน
 - 1.2 เป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.3 คำอธิบายรายวิชาเคมี 4 (ว32224)
 - 1.4 ผลการเรียนรู้รายวิชาเคมี 4 (ว32224)
2. ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
 - 2.2 สมรรถนะในความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
 - 2.2.1 สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
 - 2.2.2 สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2.3 สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
 - 2.3 การประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
 - 2.3.1 รูปแบบข้อสอบสำหรับการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
 - 2.3.2 ตัวอย่างข้อสอบสำหรับการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
 - 2.3.3 ระดับการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ใน PISA
3. การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี
 - 3.1 การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน
 - 3.1.1 ความหมายของบริบท
 - 3.1.2 การจัดการเรียนการสอนแบบใช้บริบทเป็นฐาน
 - 3.1.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน

3.2 เทคโนโลยี

3.2.1 ความหมายของเทคโนโลยี

3.2.2 ความหมายของเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

3.2.3 เทคโนโลยีกับการสอนวิทยาศาสตร์

3.3 การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ เป็นโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ จัดการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. วิสัยทัศน์และพันธกิจของโรงเรียน

1.1 วิสัยทัศน์

โรงเรียนมุ่งมั่นจัดการศึกษา ให้ผู้เรียนมีคุณภาพ คุณธรรมจริยธรรม น้อมนำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

1.2 พันธกิจ

1.2.1 ส่งเสริมและสนับสนุนให้ประชากรวัยเรียนทุกคนได้รับการศึกษาอย่างทั่วถึงและมีคุณภาพ

1.2.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณธรรมจริยธรรม มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรและค่านิยมหลักของคนไทย 12 ประการ

1.2.3 พัฒนาระบบบริหารจัดการที่เน้นการมีส่วนร่วมเพื่อเสริมสร้างความรับผิดชอบต่อคุณภาพการศึกษาและบูรณาการการจัดการศึกษา

2. เป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โรงเรียนได้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิดและองค์ความรู้

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษาจึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

3. คำอธิบายรายวิชาเคมี 4 (ว32224)

คำอธิบายรายวิชาเคมี 4 (ว32224) ในหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต รายละเอียดดังนี้

ศึกษาไอออนในสารละลายกรดและเบส ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรีและลิวอิส ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับการถ่ายโอนโปรตอนของสารละลายกรด-เบส ศึกษาคู่กรด-เบส คำนวณและเขียนสมการการแตกตัวของกรด-เบส การคำนวณค่าคงที่การแตกตัวเป็นไอออนของกรดอ่อนและเบสอ่อน ศึกษาและทดลองการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ การคำนวณค่าคงที่ของการแตกตัวของน้ำ ค่าพีเอชของสารละลายกรด-เบส ศึกษาและทดลองเรื่องปฏิกิริยาสะเทินและปฏิกิริยาการเกิดเกลือจากปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดกับสารละลายเบส ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ ศึกษาเกี่ยวกับการไทเทรตสารละลายกรด-เบส การเขียนกราฟและการหาจุดสมมูลจากกราฟของการไทเทรต และคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายกรด-เบส ศึกษาหลักการเลือกใช้อินดิเคเตอร์สำหรับไทเทรตกรด-เบส ศึกษาและทดลองสมบัติความเป็นบัฟเฟอร์ของสารละลาย ศึกษาและทดลองการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออน ศึกษาปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยรีดักชัน ตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ การเขียนและดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยา ศึกษาเซลล์ไฟฟ้าเคมี

ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับหลักการของเซลล์กัลวานิก ศึกษาการเขียนแผนภาพของเซลล์กัลวานิก การหาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์และศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ปฏิกิริยาในเซลล์กัลวานิก ประเภทเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิบางชนิด ทดลองเพื่อศึกษาหลักการสร้างและการทำงานของเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว ศึกษาหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลติกและทดลองการแยกสารละลายด้วยไฟฟ้าตามหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลติก ศึกษาการแยกสารที่หลอมเหลวด้วยไฟฟ้า ศึกษาและทดลองชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า ศึกษาวิธีการทำให้โลหะบริสุทธิ์ ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับการฟูก่อนและการป้องกันการฟูก่อนของโลหะ ศึกษาความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี

โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจ ตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถจัดทำและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหา มีจิตวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรมคุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

4. ผลการเรียนรู้รายวิชาเคมี 4 (ว32224)

4.1 ระบุและอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส

4.2 ระบุคู่กรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี

4.3 คำนวณและเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส

4.4 คำนวณค่าพีเอช ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส

4.5 เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายหลังการสะเทิน

4.6 เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ

4.7 ทดลองและอธิบายหลักการไทเทรตและเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบส

4.8 คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต

4.9 อธิบายสมบัติองค์ประกอบและประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์

4.10 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์ และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส

4.11 คำนวณเลขออกซิเดชันและระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์

4.12 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้งเขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์

4.13 ทดลองและเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์

4.14 ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา

4.15 ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้าและเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวมและแผนภาพเซลล์

4.16 คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าและปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น

4.17 อธิบายหลักการทำงานและเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ

4.18 ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้าและอธิบายหลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ

4.19 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน

จากการวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษา รายวิชาเคมี 4 (ว32224) เรื่องกรด-เบส เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ ข้อที่ 4.4, 4.7, 4.9 และ 4.10

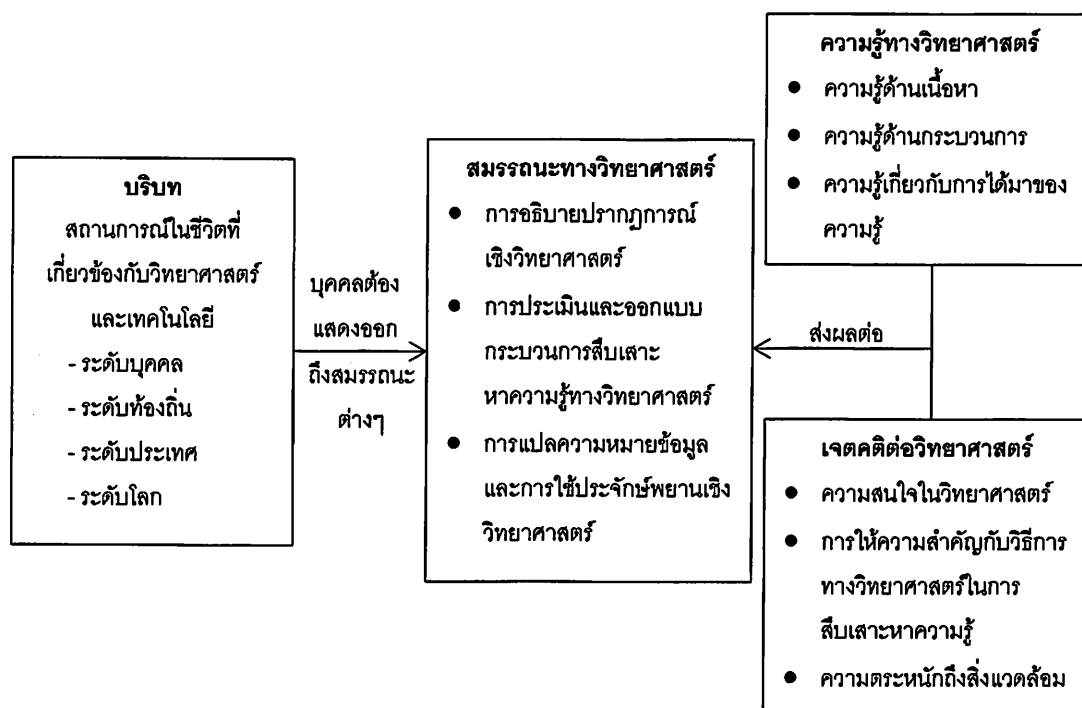
ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science Literacy)

1. ความหมายของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

เดิมคำว่า literacy หมายถึง การรู้หนังสือ คือการอ่านออก เขียนได้ คิดคำนวณได้ในระดับที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง ต่อมาเมื่อความหมายของคำว่า literacy มีขอบเขตกว้างขวางขึ้น สำนักงานราชบัณฑิตยสภาจึงใช้ศัพท์บัญญัติว่า “ความฉลาดรู้” โดยได้อธิบายความหมายไว้ว่า ความฉลาดรู้ (literacy) หมายถึง คุณสมบัติของบุคคลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการศึกษาเรียนรู้เนื้อหาสาระและฝึกปฏิบัติจนเข้าใจ ใช้เป็น สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาชีวิตได้ (จินดารัตน์ ไพรินอก, 2561)

สสวท. (2564, p. 4) ได้อธิบายรายละเอียดของการประเมินความฉลาดรู้ใน PISA 2018 ไว้ว่า ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ

องค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) ได้นิยามความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ในปี ค.ศ. 2018 ไว้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ บุคคลที่ได้ชื่อว่ามี ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science Literate Person) คือผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล (สสวท, 2564) ซึ่งในการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามแนวทาง PISA 2015 ซึ่งเป็นปีที่เน้นการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เป็นหลัก (น้ำหนักข้อสอบ 60%) ได้กำหนดกรอบโครงสร้างการประเมินซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่ บริบท ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (สสวท, 2561)



ภาพ 1 แสดงกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015

ที่มา: สสวท, 2561, p. 21

ข้อคำถามของ PISA จะทดสอบความรู้ความเข้าใจในแนวคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้จากหลักสูตรเพื่อนำมาใช้ในการตอบคำถามโดยอยู่ในรูปแบบสถานการณ์ต่างๆ อย่างหลากหลายที่เป็นส่วนหนึ่งในโลกชีวิตจริงของนักเรียน ซึ่งสถานการณ์ที่จะนำมาออกข้อสอบแบ่งได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่

1. ระดับบุคคล (Personal) ได้แก่ ตัวเอง ครอบครัวและเพื่อน
2. ระดับท้องถิ่น/ระดับชาติ (Local/National)
3. ระดับโลก (Global)

ตาราง 1 แสดงบริบทสำหรับการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015

บริบท	ระดับบุคคล	ระดับท้องถิ่น /ระดับชาติ	ระดับโลก
สุขภาพและ โรคภัย	การดูแลรักษา สุขภาพ อุบัติเหตุ โภชนาการ	การควบคุมโรค การเลือกอาหาร สุขภาพ ชุมชน	โรคระบาด การระบาดข้ามประเทศ
ทรัพยากร ธรรมชาติ	การใช้วัสดุและ พลังงาน	การรักษาจำนวนประชากร ให้คงที่ คุณภาพชีวิต ความมั่นคง การผลิตและ การกระจายอาหาร การจัดหาพลังงาน	แหล่งทรัพยากรที่เกิดขึ้นใหม่ได้ และแหล่งทรัพยากรที่เกิดขึ้นใหม่ ไม่ได้ การเพิ่มจำนวนประชากร การใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิต ชนิดต่างๆ อย่างยั่งยืน
คุณภาพ สิ่งแวดล้อม	พฤติกรรมเป็น มิตรกับ สิ่งแวดล้อม การ ใช้และการกำจัด วัสดุและอุปกรณ์	การกระจายของประชากร การกำจัดขยะ ผลกระทบ ต่อสิ่งแวดล้อม	ความหลากหลายทาง ชีววิทยา ความยั่งยืนของ ระบบนิเวศ การควบคุม มลพิษ การเกิดและการ สูญเสียมวลชีวภาพ/ชีวมวล
ภัยอันตราย	การประเมิน ความเสี่ยงภัย จากการเลือกการ ดำเนินชีวิต	การเปลี่ยนแปลงกะทันหัน (เช่น แผ่นดินไหว สภาพ อากาศเลวร้าย) การ เปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ และต่อเนื่อง (เช่น การกัด เซาะชายฝั่ง การ ตกตะกอน) การประเมิน ความเสี่ยง	การเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศ ผลกระทบจากการ สื่อสารสมัยใหม่

ตาราง 1 (ต่อ)

บริบท	ระดับบุคคล	ระดับท้องถิ่น /ระดับชาติ	ระดับโลก
ความก้าว หน้าของ วิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี	แ่งมุมทาง วิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับ งานอดิเรก เทคโนโลยีที่ใช้ ส่วนบุคคล กิจกรรมทาง ดนตรีและกีฬา	วัสดุ เครื่องมือและ กระบวนการใหม่ การดัดแปรพันธุกรรม เทคโนโลยีเกี่ยวกับสุขภาพ การคมนาคมขนส่ง	การสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต การ สำรวจอวกาศ การเกิดและ โครงสร้างของจักรวาล

ที่มา: สสวท, 2561, p. 22-23

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้บริบทที่หลากหลายที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องกรด-เบส ที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวันและมีความสอดคล้องกับบริบทของ PISA 2015 เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้เห็นถึงความสำคัญของความรู้วิทยาศาสตร์ที่กำลังจะเรียนรู้ว่ามีความเกี่ยวข้องกับชีวิตของนักเรียนอย่างไร ซึ่งบริบทจะประกอบไปด้วย บริบทนำ เป็นบริบทที่กำหนดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้ และบริบทใหม่ เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ที่มีความคล้ายคลึงกัน ยกตัวอย่างเช่น บริบทไฟฟ้าเป็นบริบทนำ เรื่องค่าพีเอชของสารละลาย ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับบริบทของ PISA 2015 ด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมในระดับท้องถิ่น/ระดับชาติ และใช้บริบทอาหารกับโรคกระเพาะ เป็นบริบทใหม่ที่มีความคล้ายคลึงกัน เป็นต้น

2. สมรรถนะในความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

การประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015 ได้นิยามการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการกระทำของนักเรียนที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความรู้และสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้ดีเพียงใด ซึ่งได้แก่

2.1 สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนสามารถรับรู้ เสนอและประเมินคำอธิบายสำหรับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องซึ่งนักเรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้

- 2.1.1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- 2.1.2 ระบุ ใช้และสร้างแบบจำลอง และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย
- 2.1.3 เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- 2.1.4 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยความสมเหตุสมผล
- 2.1.5 อธิบายศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

นักเรียนจะต้องมีพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการรับรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ มีความตระหนักในความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้และใช้ความรู้เพื่อแปลความหมายและให้คำอธิบายต่อปรากฏการณ์ในสถานการณ์นั้นๆ ซึ่งสมรรถนะนี้รวมไปถึงการวาดและสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน การบรรยาย การตีความและการพยากรณ์ การเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต รวมถึงนักเรียนสามารถระบุได้ว่าคำบรรยายหรือคำอธิบายมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไรก็ตาม การคาดการณ์นั้นจะเป็นไปได้หรือไม่ด้วยเหตุผลอะไร เป็นต้น

2.2 สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนสามารถอธิบายและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสามารถเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้

- 2.2.1 สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์
- 2.2.2 จำแนกได้ว่าประเด็นปัญหาใดที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2.2.3 นำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- 2.2.4 ประเมินวิธีการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- 2.2.5 บรรยายและประเมินวิธีการต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันความ

น่าเชื่อถือของข้อมูล ความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

นักเรียนจะต้องมีพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการประเมินข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ แยกแยะได้ว่าคำถามทางวิทยาศาสตร์ใดสามารถ

ตอบได้ด้วยการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องอาศัยคุณสมบัติที่สำคัญในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ในการวัดควรจะใช้เครื่องมือชนิดใด อะไรคือตัวแปรที่นักเรียนต้องการศึกษา หรือการเก็บข้อมูลให้มีความถูกต้องและความแม่นยำควรทำอย่างไร เป็นต้น นอกจากนี้ นักเรียนยังต้องรู้ถึงความสำคัญและคุณค่าของงานวิจัยที่ผ่านมาที่ส่งผลต่อการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องอื่นๆ รวมถึงมีความสามารถในการประเมินคุณภาพของข้อมูลโดยขึ้นอยู่กับ การเข้าใจและยอมรับว่าข้อมูลที่รับอาจไม่สมบูรณ์ถูกต้อง

2.3 สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนสามารถวิเคราะห์และประเมินข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ การอ้างสิทธิ์และข้อโต้แย้งในรูปแบบต่างๆ ซึ่งนักเรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้

2.3.1 แปลงข้อมูลที่ได้รับจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง

2.3.2 วิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป

2.3.3 ระบุนิยามพื้นฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2.3.4 แยกแยะได้ว่าข้อโต้แย้งใดมีที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือมาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่นๆ

2.3.5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาของข้อมูลที่หลากหลาย

นักเรียนจะต้องมีพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งหรือลงข้อสรุป นำเสนอข้อมูลที่รับมาในรูปแบบอื่น เช่น การสื่อสารด้วยคำพูดของตนเอง แผนภาพหรืออื่นๆ ซึ่งสมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์หรือลงข้อสรุป อีกทั้งนักเรียนต้องสามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานและข้อมูล รวมถึงการประเมินข้อสรุปของผู้อื่นว่ามีความสอดคล้องกับประจักษ์พยานและหลักฐานที่มีหรือไม่

3. การประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

3.1 รูปแบบข้อสอบสำหรับการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ข้อสอบที่ใช้ประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 มีทั้งหมด 3 รูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบมีสัดส่วนประมาณหนึ่งในสามของข้อสอบทั้งหมด ได้แก่

3.1.1 รูปแบบเลือกตอบ: มีลักษณะการตอบคำถาม ดังนี้

- 1) การเลือกหนึ่งคำตอบจากสี่ตัวเลือก
- 2) การเลือกคำตอบที่เป็นองค์ประกอบที่อยู่ในภาพหรือข้อความ

3.1.2 รูปแบบเลือกตอบเชิงซ้อน: มีลักษณะการตอบคำถาม ดังนี้

1) การเลือก "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" ในชุดคำถาม ซึ่งจะได้คะแนนเมื่อตอบถูกต้องทั้งหมดในชุดคำถามนั้น

2) การเลือกมากกว่าหนึ่งคำตอบจากรายการที่กำหนดให้

3) การเติมคำในประโยคให้สมบูรณ์โดยการเลือกคำตอบจากรายการที่กำหนด

4) การลากคำตอบลงมาวางในตำแหน่งที่กำหนด โดยให้ลากและวางคำตอบเพื่อการจับคู่ การเรียงลำดับ หรือการจำแนกประเภท

3.1.3 รูปแบบเขียนตอบ: มีลักษณะการตอบคำถาม ดังนี้

1) การเขียนตอบแบบสั้นเป็นกลุ่มคำหรือการเขียนคำตอบแบบยาวเป็นย่อหน้าสั้นๆ

2) วาดภาพ เช่น กราฟหรือแผนภาพ สำหรับการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ข้อคำถามลักษณะนี้ จะมีการปรับแก้ให้ไม่สามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการตอบคำถามที่ต้องการได้

3.2 ตัวอย่างข้อสอบสำหรับการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้พิจารณารูปแบบข้อสอบสำหรับการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์แล้วพบว่า รูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ข้อสอบแบบเขียนตอบ ข้อสอบแบบเลือกตอบและข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน ซึ่งแสดงได้ตามตัวอย่างต่อไปนี้

คำถามข้อที่ 1 สำหรับการประเมินสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ลักษณะคำถามอยู่ในรูปแบบเลือกตอบ โดยปรากฏเป็นบทความให้อ่านและเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดจากตัวเลือกทั้งหมด 4 ตัวเลือก

เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับคำถามข้อที่ 1 คือนักเรียนต้องเลือกตอบตัวเลือกที่ 3 เท่านั้นจึงจะได้คะแนนเต็ม

00:00:18 ออกจากหน้าจอ

การอพยพของนก
คำถามที่ 1 / 3

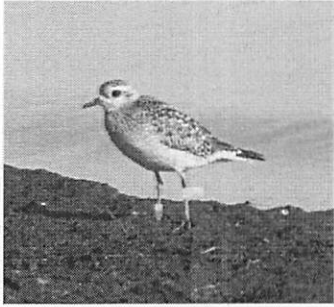
จากเรื่อง "การอพยพของนก" ทางด้านขวา ให้คลิกหนึ่งตัวเลือกเพื่อตอบคำถาม

นกอพยพส่วนใหญ่รวมกลุ่มกันอยู่ในบริเวณหนึ่ง แล้วจึงอพยพเป็นกลุ่มใหญ่มายาวที่ขั้วโลกขั้วใต้หรือขั้วเหนือ พฤติกรรมนี้เป็นผลจากวิวัฒนาการ คืออธิบายได้คือไปนี้ชื่อวิชาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ศึกษาเรื่องนี้ว่า วิชาอะไรของพฤติกรรมสัตว์

- นกที่อพยพเพียงตัวเดียวหรือเป็นกลุ่มเล็ก มีโอกาสน้อยที่จะมีชีวิตรอดจนมีลูก
- นกที่อพยพเพียงตัวเดียวหรือเป็นกลุ่มเล็ก มีโอกาสมากที่จะหาอาหารได้อย่างเพียงพอ
- การบินเป็นกลุ่มใหญ่ทำให้นกหลีกเลี่ยงอันตรายในการอพยพได้
- การบินเป็นกลุ่มใหญ่ทำให้มันแต่ละตัวมีโอกาสพบสถานที่ที่รังที่ดีกว่า

การอพยพของนก

การอพยพของนกคือการที่นกอพยพย้ายตามฤดูกาลในปริมาณมากหรือไปและกลับจากสถานที่หนึ่งสู่อีกที่หนึ่ง ทุกปีจะมีนกหลายสิบล้านตัวอพยพตามสถานที่ที่กำหนด นกวิทยาศาสตร์จึงบอกว่าการย้ายถิ่นของนกอพยพมีทั้งการวางแผนและงัดวิชาวิทยาศาสตร์ใช้การมองเห็นหรือใช้ประสาทสัมผัสในการนับจำนวนของออสันเตอร์เพื่อกำหนดเส้นทางอพยพของนก



ภาพ 2 แสดงตัวอย่างข้อสอบตามแนว PISA 2015 คำถามข้อที่ 1

ที่มา: สสวท, 2561, หน้า 32

คำถามข้อที่ 2 สำหรับการวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ลักษณะคำถามอยู่ในรูปแบบเขียนตอบ โดยปรากฏเป็นบทความให้อ่านและให้เขียนคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนด

เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับคำถามข้อที่ 2 คือนักเรียนต้องเขียนอ้างอิงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพลังงานหรือการแผ่รังสีที่มาจากดวงอาทิตย์ หรือ อ้างอิงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทางธรรมชาติหรือมลภาวะที่อาจเกี่ยวข้องถึงจะได้คะแนนเต็ม

คำถามที่ 3 : ปรากฏการณ์เรือนกระจก

อัจฉริยะฮินฮันข้อสรุปของเขาที่ว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศของโลกสูงขึ้น เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์ แต่จิตตบาติว่าการสรุปของอัจฉริยะไม่มีข้อมูลพอ เธอบอกว่า “ก่อนที่จะยอมรับข้อสรุปนี้ คุณต้องแน่ใจว่าปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อปรากฏการณ์เรือนกระจกต้องมีค่าคงที่”

จงบอกปัจจัยที่จิตตบากล่าวถึงมา 1 อย่าง

.....

.....

ภาพ 3 แสดงตัวอย่างข้อสอบตามแนว PISA 2015 คำถามข้อที่ 2

ที่มา: สสวท, 2555, หน้า 28

คำถามข้อที่ 3 สำหรับการวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะคำถามอยู่ในรูปแบบเขียนตอบ โดยนักเรียนอ่านบทความที่ให้และเขียนตอบเป็นข้อความสั้นๆ และนักเรียนสามารถอธิบายเพิ่มเติมได้อย่างอิสระ

เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับคำถามข้อที่ 3

นักเรียนต้องระบุปัจจัยอย่างน้อยหนึ่งปัจจัยที่เฉพาะเจาะจง ที่ส่งผลต่อความแม่นยำของการนับจำนวนนกอพยพโดยผู้สังเกต ตัวอย่างคำตอบ เช่น

- 1) ผู้สังเกตอาจไม่ได้นับนกบางส่วนเพราะนกบินสูง
- 2) ถ้านกตัวเดิมถูกนับมากกว่าหนึ่งครั้ง ก็จะทำให้จำนวนที่ได้มากเกินไป
- 3) สำหรับนกในกลุ่มใหญ่ อาสาสมัครทำได้เพียงใช้การประมาณว่ามีนก

จำนวนเท่าใด

- 4) ผู้สังเกตอาจดูชนิดของนกผิดพลาด ดังนั้น จำนวนของนกชนิดนั้น

อาจไม่ถูกต้อง

- 5) นกอพยพตอนกลางคืน
- 6) อาสาสมัครไม่ได้มีอยู่ในทุกแหล่งที่นกอพยพ
- 7) ผู้สังเกตเกิดความผิดพลาดในการนับ
- 8) เมฆหรือฝนบดบังนกบางตัว

00:03:37 📄 ⏪ ⏩ ออกจากภาาษาไทย

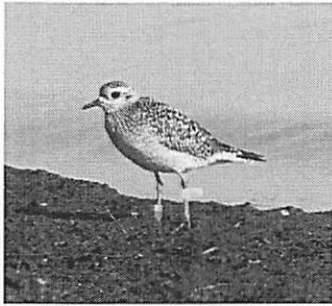
การอพยพของนก
คำถามที่ 2 / 3

จากเรื่อง "การอพยพของนก" ทางด้านขวา ให้พิมพ์คำตอบของนักเรียนเพื่อตอบคำถาม

จงระบุปัจจัยที่ทำให้การนับจำนวนนกอพยพของอาสาสมัครไม่แม่นยำ และอธิบายว่าปัจจัยนั้นมีผลต่อการนับอย่างไร

การอพยพของนก

การอพยพของนกคือการที่นกอพยพย้ายถิ่นตามฤดูกาลในปริมาณมากเพื่อไปและกลับจากสถานที่ผสมพันธุ์ ทุกปีจะมีอาสาสมัครนับจำนวนนกอพยพตามสถานที่ที่กำหนด นักวิทยาศาสตร์จึงบันทึกจำนวนนกอพยพที่มีร่องรอยและของสีที่อาสาสมัครใช้การมองเห็นนกที่ถูกติดเครื่องหมายกับการนับจำนวนของอาสาสมัครเพื่อกำหนดเส้นทางการอพยพของนก



ภาพ 4 แสดงตัวอย่างข้อสอบตามแนว PISA 2015 คำถามข้อที่ 3

ที่มา: สสวท, 2561, หน้า 36

คำถามข้อที่ 4 สำหรับการวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ลักษณะคำถามเป็นแบบเลือกตอบเชิงซ้อน นักเรียนจะต้องอ่านบทความที่ให้มาและเลือกตัวเลือกที่ถูกต้องจำนวน 2 ตัวเลือกจากทั้งหมด 4 ตัวเลือก

เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับคำถามข้อที่ 4

นักเรียนต้องเลือกตัวเลือกที่ 2 และตัวเลือกที่ 3 ทั้ง 2 ตัวเลือกถึงจะได้คะแนนเต็ม

ภาพ 5 แสดงตัวอย่างข้อสอบตามแนว PISA 2015 คำถามข้อที่ 4

ที่มา: สสวท, 2561, หน้า 37

3.3 ระดับการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ใน PISA

ในการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ได้มีแบ่งระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ไว้ทั้งหมด 6 ระดับ รายละเอียดแสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ระดับ	คำอธิบายแต่ละระดับ
6	<p>นักเรียนสามารถทำภารกิจวิทยาศาสตร์ที่ยากๆ ได้สำเร็จสมบูรณ์เกือบทุกข้อ นักเรียนสามารถดึงเอาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ กายภาพ ชีวภาพและโลกและอวกาศมาสัมพันธ์กัน สามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหา ด้านกระบวนการและความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ในการให้คำอธิบายทาง ทฤษฎีหรือคาดคะเนปรากฏการณ์ เหตุการณ์หรือกระบวนการที่ไม่คุ้นเคย หรือ ทำนายผลของเหตุการณ์ ในการตีความ แปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน ก็สามารถแยกแยะสาระที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกับข้อมูลออกจากกันได้และ สามารถดึงเอาความรู้ภายนอกเข้ามาใช้กับเรื่องที่เรียนรู้ได้ สามารถบอกความแตกต่าง ของข้อโต้แย้งได้ว่า ข้อโต้แย้งใดมีพื้นฐานบนประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับข้อใดที่อยู่บนพื้นฐานของความคิดเห็นหรือข้อพิจารณาของผู้อื่น นักเรียนที่ระดับ 6 สามารถประเมินความเหมาะสมของการออกแบบเพื่อการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ การเก็บข้อมูลภาคสนามหรือการจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้ และสามารถให้ เหตุผลที่เหมาะสมเพื่อประกอบการตัดสินใจ</p>
5	<p>นักเรียนสามารถใช้กรอบความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมเพื่ออธิบาย ปรากฏการณ์ กระบวนการ หรือเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคยและมีความซับซ้อนมากขึ้น สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ที่มีความซับซ้อนในการประเมินการ ออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถให้เหตุผลที่เลือก วิธีการทดลองวิธีใดวิธีหนึ่งและสามารถใช้ความรู้ตามทฤษฎีมาตีความหรือทำนายผล นักเรียนที่ระดับ 5 สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบของปัญหาที่กำหนดให้ ในเชิงวิทยาศาสตร์และระบุข้อจำกัดในการแปลความข้อมูล รวมถึงแหล่งที่มาและ ผลกระทบจากความไม่แน่นอนของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์</p>

ตาราง 2 (ต่อ)

ระดับ	คำอธิบายแต่ละระดับ
4	<p>นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาสาระที่ยากขึ้น ซึ่งอาจเป็นความรู้ที่บอกไว้ในข้อความหรือเป็นความรู้ที่เรียกคืนออกมาได้เอง เพื่อนำมาใช้สร้างคำอธิบายในเหตุการณ์หรือกระบวนการที่ซับซ้อนมากขึ้นและไม่คุ้นเคยมาก่อน สามารถทำการทดลองเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรอิสระมากกว่าสองตัวแปรขึ้นไปในบริบทที่มีข้อจำกัดต่างๆ โดยสามารถอธิบายเหตุผลในการออกแบบการทดลองได้ด้วยความรู้ด้านกระบวนการและความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ นักเรียนที่ระดับ 4 สามารถแปลความหมายข้อมูลที่ได้มาจากข้อมูลที่มีความซับซ้อนระดับกลางหรือข้อมูลที่ไม่น่าคุ้นเคยและสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลและที่ขยายออกไกลกว่าที่ได้จากข้อมูลเฉพาะหน้า</p>
3	<p>นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาที่ค่อนข้างซับซ้อนขึ้น เพื่อระบุบอกประเด็นหรือสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ที่รู้จักคุ้นเคย ถ้าเป็นสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลโดยอาศัยตัวชี้หน้าที่เหมาะสมบางอย่าง สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือความรู้ด้านกระบวนการในการหาความรู้เพื่อออกแบบและดำเนินการทดลองหาข้อมูลในสถานการณ์ที่มีข้อจำกัดได้ นักเรียนที่ระดับ 3 สามารถแยกแยะอย่างชัดเจนได้ว่าประเด็นใดเป็นวิทยาศาสตร์ (อธิบายได้ มีประจักษ์พยาน ตรวจสอบได้ตามกระบวนการวิทยาศาสตร์) และประเด็นใดไม่เป็นวิทยาศาสตร์</p>
2	<p>นักเรียนสามารถดึงเอาความรู้ด้านเนื้อหาจากชีวิตประจำวันและความรู้ด้านกระบวนการพื้นฐานมาใช้เพื่อบอกถึงคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ตีความข้อมูล และตั้งปัญหาของเรื่องเพื่อออกแบบการทดลองอย่างง่าย นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั่วไปเพื่อบอกข้อสรุปจากข้อมูลชุดที่ไม่ซับซ้อน นักเรียนที่ระดับ 2 สามารถแสดงว่ามีความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือวิธีหาความรู้เพื่อระบุปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้โดยวิธีทางวิทยาศาสตร์</p>

ตาราง 2 (ต่อ)

ระดับ	คำอธิบายแต่ละระดับ
1a	นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาและกระบวนการสามัญเพื่อเลือกบอกคำอธิบายของปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์อย่างง่ายที่ต้องการการคิดไม่มาก สามารถทำการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นแบบแผนที่มีตัวแปรไม่เกินสองตัวแปรได้เมื่อได้รับความช่วยเหลือ สามารถระบุความสัมพันธ์หรือบอกถึงสาเหตุแบบง่ายได้และแปลความข้อมูลที่เป็นภาพหรือกราฟที่ต้องการใช้การคิดเพียงเล็กน้อย นักเรียนที่ระดับ 1a สามารถเลือกคำอธิบายหรือข้อมูลที่เห็นได้ชัดเจนจากที่กำหนดมาให้ในบริบทที่คุ้นเคยหรือเกี่ยวข้องตรงๆ กับชีวิตส่วนตัว ท้องถิ่น หรือโลก
1b	นักเรียนสามารถใช้ความรู้สามัญเพื่อนึกถึงปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์บางแง่มุม สามารถบอกแบบรูปอย่างง่ายในชุดข้อมูล จำคำศัพท์หรือคำทางวิทยาศาสตร์ได้ สามารถทำการทดลองตามวิธีการที่บอกไว้ชัดเจนได้

ที่มา: สสวท, 2561, หน้า 59

การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี

1. การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน

1.1 ความหมายของบริบท

คำว่า “บริบท” หรือ “context” มีรากศัพท์มาจากคำกริยาในภาษาละตินว่า “contexere” มีความหมายว่า “ถักทอเข้าด้วยกัน” หรือคำนามในภาษาละตินว่า “contextus” แปลว่า ความเกี่ยวข้องกันหรือความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยง (Gilbert, 2006) ในความหมายของนักการศึกษา หมายถึง สถานการณ์เสมือนจริงที่นักเรียนสามารถพบเจอจากการปฏิบัติในชีวิตประจำวัน การปฏิบัติทางสังคม การปฏิบัติทางวิชาชีพ หรือการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (De Jong, 2008; Gilbert, 2006) จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า มีผู้ให้ความหมายของคำว่าบริบทไว้อย่างหลากหลายดังต่อไปนี้

Bennett, J. and Lubben, F. (2006) กล่าวว่า บริบท หมายถึง สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีและอุตสาหกรรม

De Jong (2008) กล่าวว่า บริบท หมายถึง สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่ช่วยทำให้เข้าใจแนวคิด หลักการ กฎ หรือสิ่งต่างๆ

Gilbert (2006) กล่าวว่า บริบท หมายถึง สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยให้เข้าใจเหตุการณ์ แนวคิด คำศัพท์ต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น

จินดา พรหมณัฐ (2553) กล่าวว่า บริบท หมายถึง สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่สร้างขึ้นที่มีความเกี่ยวข้องกับสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีและอุตสาหกรรม เพื่อช่วยให้เข้าใจแนวคิด หลักการ กฎ คำศัพท์และสิ่งต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้นและสามารถถ่ายโอนความรู้ความเข้าใจนั้นไปสู่สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ได้

เอกรัตน์ ศรีตัญญู (2555) กล่าวว่า บริบท หมายถึง สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยให้เข้าใจแนวคิด หลักการ กฎ คำศัพท์และสิ่งต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น

ยุพาวรรณ คำทา (2557, หน้า 24) กล่าวว่า บริบท หมายถึง สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยให้เข้าใจคำศัพท์ แนวคิด หลักการ กฎ เหตุการณ์และสิ่งต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น ตลอดจนสามารถถ่ายโอนความเข้าใจเหล่านั้นไปสู่สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า บริบท หมายถึง สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเองหรือสร้างขึ้นและมีความเกี่ยวข้องกับสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมเพื่อให้เข้าใจแนวคิด หลักการ กฎ คำศัพท์ เหตุการณ์และสิ่งต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น และสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่ได้รับกับสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ได้

1.2 การจัดการเรียนการสอนแบบใช้บริบทเป็นฐาน

การจัดการเรียนการสอนแบบใช้บริบทเป็นฐาน ได้มีนักการศึกษาและผู้วิจัยอื่นได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบนี้ ดังต่อไปนี้

Bennett, J. and Lubben, F. (2006) ให้ความหมายว่า แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเป็นแนวทางการสอนที่ถูกนำมาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บริบทหรือการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการพัฒนาแนวคิดหรือส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน แตกต่างจากแนวทางการสอนแบบดั้งเดิมที่เริ่มต้นจากการให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนนำไปสู่การประยุกต์แนวคิดนั้น

Elster (2009) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน หมายถึง การนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในวิธีที่ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์กับประสบการณ์ในชีวิตตลอดจนสามารถประยุกต์ทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง

Darkwah (2006) กล่าวว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นภาพรวมของสิ่งแวดล้อมรอบตัวให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เชื่อมโยงกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียนซึ่งนักเรียนจะถูกปลูกฝังการเรียนรู้โดยมุ่งเน้นการทำกิจกรรมกลุ่มและมีครูเป็นผู้ที่คอยกระตุ้นและชี้แนะ พร้อมมุ่งเน้นการระดมความคิดของนักเรียนเพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐาน ลดช่องว่างของระดับความรู้ของนักเรียนแต่ละคนที่มีไม่เท่ากันและนำไปสู่การแก้ปัญหาาร่วมกัน ทำให้นักเรียนมีความรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์หรือบริบทอื่นที่มีความคล้ายคลึงกัน

Overton (2007) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ภายใต้สิ่งแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรมที่อยู่รอบตัวนักเรียน ครูและโรงเรียน

ทศตริณ เครือทอง (2553) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน หมายถึง การเรียนรู้ที่อาศัยการบูรณาการเนื้อหาเข้ากับสถานการณ์ที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้และทักษะในการนำไปใช้ในเวลาพร้อมๆ กัน โดยบริบทนี้จะอ้างถึงเหตุการณ์และสถานที่ต่างๆ ที่เอื้อให้เห็นถึงความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อนกับประสบการณ์จริงของผู้เรียน

จินดา พรหมณัฐ (2553) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่นำสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวนักเรียน ครูและโรงเรียนหรือเป็นประสบการณ์จริงที่นักเรียนพบเจอในชีวิตหรือเป็นการประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในเรื่องต่างๆ เป็นจุดผลักดันให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในคำศัพท์ แนวคิด หลักการและสิ่งต่างๆ ได้ดีขึ้น และสามารถนำความรู้ไปปรับใช้กับสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ได้

อนุชา แป้นจันทร์ (2556) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานไว้ว่า เป็นการนำสถานการณ์หรือสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งจากสถานการณ์ต่างๆ ที่มีความเกี่ยวเนื่องกับเนื้อหาความรู้จะให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่นักเรียนพบเจอได้

ภรณ์ภัสสรณ์ จำชัยภูมิ (2557) อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ โดยการนำเอาสถานการณ์ที่อยู่

รอบตัวผู้เรียน ครูผู้สอนและโรงเรียน หรือประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน เข้ามาให้ผู้เรียนได้ศึกษาเพื่อเข้าใจแนวคิด กฎและทฤษฎี ตลอดจนสามารถเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกันในชีวิตประจำวันได้

พัชรมัย นิมลลอ (2559) เสนอว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่จำลองสถานการณ์เสมือนจริงที่สามารถพบได้ในชีวิตของนักเรียน การปฏิบัติทางสังคม การปฏิบัติทางวิชาชีพหรือการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์มาเป็นจุดเริ่มต้น สำหรับการส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และสามารถประยุกต์มันในทศวรรษและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของนักเรียน

จากการศึกษาและวิเคราะห์ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานข้างต้น ผู้วิจัยสรุปความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานได้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้โดยนำเอาสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวันหรือมีโอกาสเกิดขึ้นได้จริงในสังคมและชุมชนใกล้ตัวนักเรียนมาเป็นจุดเริ่มต้นที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและผลักดันให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยการลงมือปฏิบัติงานเป็นกลุ่มเน้นการทำงานแบบร่วมมือ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระการเรียนรู้ต่างๆ และสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับเข้ากับสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ที่มีความคล้ายคลึงกันที่นักเรียนพบเจอได้จริงในชีวิตประจำวัน

1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน ได้มีนักการศึกษาและผู้วิจัยได้ให้แนวทางในการจัดกิจกรรมไว้ดังนี้

De Jong (2008) ได้เสนอวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นเสนอบริบทเบื้องต้น ในขั้นนี้ครูผู้สอนจะนำเสนอบริบทที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยมุ่งให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยหรือปัญหาหรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับบริบทเพื่อนำไปสู่สิ่งที่นักเรียนจำเป็นต้องรู้

2) ขั้นรวบรวมและดัดแปลงคำถามของนักเรียน ในขั้นนี้ครูผู้สอนรวบรวมคำถามของนักเรียนและใช้เป็นจุดเริ่มต้นเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบหรือประเด็นปัญหาที่นักเรียนสงสัยจากการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับบริบท

3) ชั้นปรับโครงสร้างข้อมูลสารสนเทศจากตำราเรียนและเว็บไซต์ ในชั้นนี้ นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ของตนกับข้อมูลสารสนเทศ ตำราเรียนหรือเว็บไซต์ที่คัดสรรให้มีความสอดคล้องกัน

4) ชั้นเสนอบริบทสืบสอบ ในชั้นนี้ครูนำเสนอบริบทที่กระตุ้นให้นักเรียน จำเป็นต้องนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

Wieringa et al. (2011) ได้สรุปขั้นตอนการสอนสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน 4 ขั้นตอนดังนี้

1) ชั้นนำเสนอบริบท เป็นชั้นที่ครูนำเสนอบริบทที่เป็นสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถประสบได้ในชีวิตส่วนตัว ในสังคม ในการประกอบวิชาชีพหรือในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ในชั้นนี้บริบทที่นำมาใช้มุ่งให้นักเรียนรู้สึกว่าเป็นส่วนหนึ่งในสถานการณ์นั้น

2) ชั้นตั้งคำถามหรือวิเคราะห์ปัญหา เป็นชั้นที่นักเรียน ครูหรือทั้งนักเรียนและครู ร่วมกันตั้งคำถามหรือวิเคราะห์ปัญหาจากบริบทที่ครูนำเสนอ

3) ชั้นกิจกรรม เป็นชั้นที่นักเรียนศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบของคำถามหรือปัญหาโดยการลงมือปฏิบัติกิจกรรม ชั้นนี้ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระที่จำเป็นต่อการนำไปใช้หาคำตอบสำหรับปัญหาหรือคำถามที่เกิดขึ้น

4) ชั้นสะท้อน เป็นชั้นที่นักเรียนและครูร่วมกันสะท้อนคำตอบและหรือวิธีการแก้ปัญหาสำหรับคำถามหรือปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งมีการสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และนำความรู้เหล่านั้นไปใช้สถานการณ์หรือบริบทอื่น

Darkwah (2006) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นตอนที่ 1 ครูให้นักเรียนอภิปรายสถานการณ์ที่มีบริบทเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนที่ครูกำหนดให้ โดยอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่มซึ่งสมาชิกภายในกลุ่มควร มีความหลากหลาย เช่น คณะความสามารถในการเรียนรู้โดยครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะ นักเรียนจะเป็นผู้ กำหนดในสิ่งที่นักเรียนอยากเรียนรู้ที่มีอยู่ในบริบทจากการวิเคราะห์ร่วมกัน จากนั้นให้นักเรียน แสดงความคิด แลกเปลี่ยนอภิปรายร่วมกันเพื่อแสดงถึงความรู้เดิมของตนและช่องว่างของความรู้ ที่มีอยู่เดิมของสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งนักเรียนจะได้ถกเถียงและแลกเปลี่ยนความรู้กันภายในกลุ่มและ ร่วมมือกันตั้งเป้าหมายพัฒนากลยุทธ์ในการเข้าถึงเป้าหมาย

2) ขั้นตอนที่ 2 ครูกระตุ้นให้นักเรียนควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้บรรลุ เป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ในขั้นตอนที่ 1 ซึ่งรวมถึงการค้นหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ ทั้งในและนอก ชั้นเรียน เช่น ใบบทความรู้ หนังสือเรียน เอกสาร ตำรา วรรณกรรมและการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ

ในเรื่องนั้นๆ ซึ่งในขั้นตอนที่ 2 นักเรียนจะระบุถึงความแตกต่างในความเชื่อและสมมติฐานของตนเองและการใช้คำถาม ทำไม อะไร อย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการค้นพบคำตอบให้กับตน

3) ขั้นตอนที่ 3 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในกลุ่มอีกครั้งเพื่อแลกเปลี่ยนแบ่งปันข้อมูลและความคิดเห็นตลอดจนนำข้อมูลที่ได้มาแก้ไขสถานการณ์ โดยครูจะคอยชี้แนะซึ่งนักเรียนยังคงใช้คำถาม ทำไม อะไร อย่างไร อย่างต่อเนื่องในการวิพากษ์ความคิดเห็นของกันและกันซึ่งสิ่งเหล่านี้จะพัฒนาทักษะการสะท้อนคิด การวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนอีกด้วย ในตอนจบของขั้นตอนที่ 3 นักเรียนจะสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้และอภิปรายข้อมูลร่วมกัน ว่าสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ในอนาคตได้อย่างไร โดยครูจะเป็นผู้ประเมินว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไรจากการแก้ไขสถานการณ์

4) ขั้นตอนที่ 4 ครูให้นักเรียนสะท้อนคิดเกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้และวิพากษ์วิจารณ์กระบวนการทำงานกลุ่ม นักเรียนจะต้องสะท้อนคิดในสิ่งที่ตนได้เรียนรู้จากกิจกรรมที่ใช้บริบทเป็นฐานว่าได้ความรู้ประสบการณ์อย่างไร และสามารถนำความรู้ไปใช้ในอนาคตได้อย่างไร

Gilbert (2006) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดสถานการณ์ สถานการณ์ที่กำหนดจะมีความเกี่ยวข้องกับตัวนักเรียนหรือเป็นเหตุการณ์ที่อยู่ในความสนใจของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจและร่วมอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์หรือเหตุการณ์ดังกล่าวที่เกิดขึ้นที่ไหน เมื่อไร อย่างไร และมีผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์อย่างไร รวมถึงให้นักเรียนได้กำหนดปัญหาและคิดออกแบบแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

2) ขั้นตอนที่ 2 มีการศึกษาค้นคว้าหรือลงมือปฏิบัติงาน เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่กำหนด

3) ขั้นตอนที่ 3 มีการนำเสนอข้อค้นพบที่ได้จากการลงมือปฏิบัติงานและมีการอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับเนื้อหาหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงพื้นฐานความรู้ของนักเรียน

4) ขั้นตอนที่ 4 มีการอภิปรายและประยุกต์ใช้ความรู้หรือแนวคิดที่ได้รับในสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ที่มีความคล้ายคลึงกัน หรือประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน

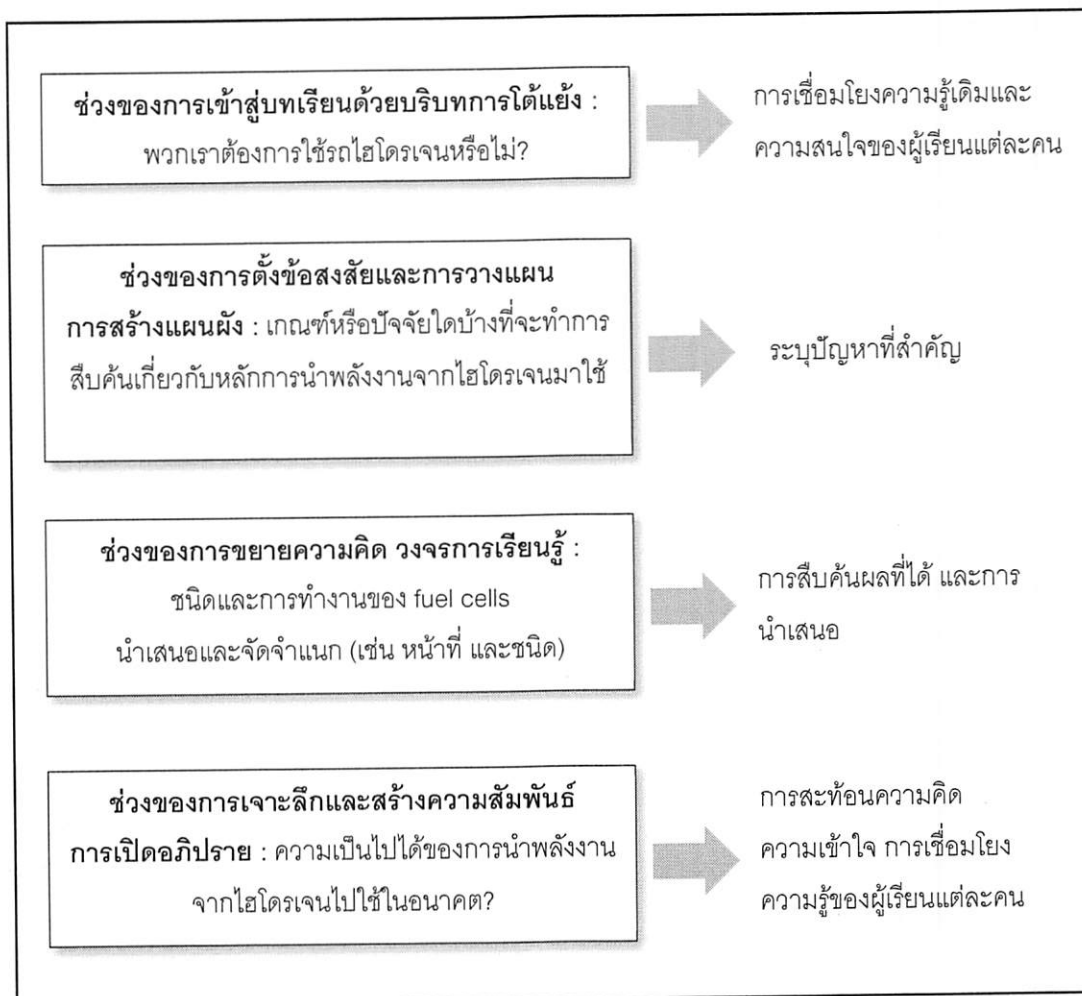
ทศตริณ เครือทอง (2553) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมเป็น 4 ช่วงตามภาพ 6 มีรายละเอียดดังนี้

1) ช่วงที่ 1 การเข้าสู่บทเรียนด้วยบริบท เพื่อให้ผู้เรียนมีความคุ้นเคยในบริบทนั้น แล้วหรือสร้างความคุ้นเคยให้กับผู้เรียน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะใช้บริบทที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและความรู้หรือความเข้าใจเดิมของผู้เรียนเป็นสำคัญ ในขั้นแรกนี้ "วิธีการระดมความคิด" จึงเป็นจุดเริ่มต้นที่ดี เพื่อเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งมีความรู้และประสบการณ์ที่แตกต่างกัน ทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของบริบทที่กำลังจะเรียนรู้นั้นว่ามีความสัมพันธ์กับชีวิตจริงอย่างไรด้วยตัวของผู้เรียนเอง

2) ช่วงที่ 2 การตั้งข้อสงสัยและการวางแผน หลังจากผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและได้รับข้อมูลต่างๆ ช่วยให้เข้าใจคำถามหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับบริบทนั้นๆ ได้บางส่วน ในช่วงนี้จึงเป็นการต่อยอดความคิด โดยผู้เรียนจะต้องตั้งข้อคำถามย่อยและวางแผน ค้นหาคำตอบในช่วงที่ 1 จะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถามตามความสนใจ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ เช่น การกำหนดปัจจัย การออกแบบทดลอง การกำหนดแหล่งข้อมูลและคำสำคัญต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับบริบท เพื่อสืบค้นต่อไป

3) ช่วงที่ 3 การขยายความคิด ช่วงนี้ถือเป็นช่วงของการสรุปบทเรียน ในช่วงนี้คาดหวังว่าผู้เรียนจะมีความเข้าใจแนวความคิดหลักในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้และกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างบทสรุปของแนวคิดนั้นด้วยตนเองโดยการนำเสนออภิปรายร่วมกันและลงข้อสรุปเกี่ยวกับคำถามที่ตั้งไว้ในช่วงที่ 1 เกี่ยวกับบริบทนั้นๆ เช่น เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย พอใจหรือไม่พอใจ พร้อมให้เหตุผล เป็นต้น

4) ช่วงที่ 4 การเจาะลึกและสร้างความสัมพันธ์ เพื่อแสดงให้ผู้เรียนเห็นว่าแนวคิดที่เรียนสามารถนำไปใช้อย่างสมบูรณ์ในบริบทหรือในสถานการณ์ใหม่ๆ และช่วยให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจและเห็นคุณค่าในสิ่งที่ตนเองเรียนรู้มากขึ้น ในขณะที่เดียวกันสามารถประเมินหรือวัดความเข้าใจของผู้เรียนได้อีกครั้ง ดังนั้นแผนการจัดการเรียนรู้จะสมบูรณ์เมื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้แนวคิดไปอธิบายหรือวิเคราะห์บริบทอื่นๆ อย่างน้อยอีกหนึ่งบริบท



ภาพ 6 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

ที่มา: ทศตริน เครือทอง, 2553, หน้า 57

จินดา พรหมณัฐ (2553) ได้นำขั้นตอนตามแนวคิดของ Gilbert มาเพิ่มเติมรายละเอียดให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ดังนี้

1) ขั้นตอนที่ 1 กำหนดสถานการณ์ ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญและความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้เนื้อหา นั้น โดยสถานการณ์ที่กำหนดควรมีความเกี่ยวข้องกับนักเรียนหรือเป็นสถานการณ์ที่อยู่ในความสนใจของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถนึกถึงและอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าวได้ว่า เกิดขึ้นที่ไหน เมื่อไหร่ และอย่างไร รวมถึงให้นักเรียนได้กำหนดปัญหาและคิดหาแนวทางแก้ไขด้วย

2) ขั้นตอนที่ 2 ลงมือปฏิบัติงาน เป็นขั้นที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติงานเป็นกลุ่ม ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้ค้นพบความรู้หรือแนวคิดใหม่ เช่น วิธีการทดลอง การแก้ปัญหา การอภิปรายกลุ่มย่อย การประดิษฐ์สิ่งต่างๆ เป็นต้น

3) ขั้นตอนที่ 3 เรียนรู้แนวคิดสำคัญ ขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้แนวคิดที่สำคัญผ่านการทำกิจกรรม ซึ่งครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอข้อค้นพบต่างๆ รวมทั้งสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าหรือลงปฏิบัติ

4) ขั้นตอนที่ 4 นำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ครูนำเสนอสถานการณ์ใหม่หรือบริบทสืบค้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้รับที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์อื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักการศึกษาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักการศึกษาที่มีประเด็นตรงกัน ดังนี้ การนำเอาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง หรือสามารถเกิดขึ้นได้จริงในชีวิตประจำวันของนักเรียนเข้ามาสร้างความสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดคำถามเพื่อหาคำตอบ การลงมือปฏิบัติจะมีครูทำหน้าที่คอยกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลหรือสร้างองค์ความรู้และนำองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบของจินดา พราหมณ์ชู (2553) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นกำหนดสถานการณ์ ขั้นลงมือปฏิบัติงาน ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญและ ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

ตาราง 3 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานในรูปแบบต่างๆ

Gilbert (2006)	De Jong (2008)	Wieringa et al. (2011)	ทัศนิน เครือทอง (2553)	จินดา พราหมณ์ชู (2553)
ขั้น 1 การกำหนด สถานการณ์	ขั้น 1 เสนอบริบทเบื้องต้น	ขั้น 1 นำเสนอบริบท	ขั้น 1 การเข้าสู่บทเรียน ด้วยบริบท	ขั้น 1 กำหนดสถานการณ์
ขั้น 2 ศึกษาค้นคว้าหรือ ลงมือปฏิบัติงาน	ขั้น 2 รวบรวมและตัดแปลง คำถามของนักเรียน	ขั้น 2 ตั้งคำถามหรือ วิเคราะห์ปัญหา	ขั้น 2 การตั้งข้อสงสัยและ การวางแผน	ขั้น 2 ลงมือปฏิบัติงาน
ขั้น 3 นำเสนอข้อค้นพบ	ขั้น 3 ปรับโครงสร้างข้อมูล สารสนเทศจาก	ขั้น 3 ทำกิจกรรม	ขั้น 3 การขยายความคิด	ขั้น 3 เรียนรู้แนวคิดสำคัญ
ขั้น 4 ประยุกต์ใช้ความรู้หรือ แนวคิดที่ได้รับกับ สถานการณ์ใหม่ที่ ที่คล้ายคลึงกัน	ขั้น 3 ดำเนินเรียนและ เว็บไซต์	ขั้น 4 สะท้อนผล	ขั้น 4 การเจาะลึกและ สร้างความสัมพันธ์	ขั้น 4 นำไปใช้ใน สถานการณ์ใหม่
	ขั้น 4 เสนอบริบทสืบสอบ			

2. เทคโนโลยี

2.1 ความหมายของเทคโนโลยี

เทคโนโลยี (Technology) เป็นคำที่มาจากรากศัพท์ภาษาละตินว่า "Texere" มีความหมายตรงกับภาษาอังกฤษว่า to weave แปลว่า สาน เรียบเรียง ถักทอ ปะติดปะต่อ และ "construct" แปลว่า สร้าง ผูกเรื่อง ความรู้สึกนึกคิดที่ก่อให้เกิด ส่วนเทคโนโลยีในรากศัพท์ภาษากรีกมาจากคำว่า "technologia" แปลว่า การทำงานอย่างเป็นระบบ (systematic treatment) (วิทย์ เทียงบุรณธรรม, 2539)

Carter V. Good (1973) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีว่า หมายถึง การนำเอาวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในวงการต่างๆ โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น

Edgrad Dale (1965) กล่าวว่า เทคโนโลยีไม่ใช่เครื่องมือแต่เป็นแผนการวิธีการทำงานอย่างเป็นระบบที่ให้ผลบรรลุตามแผนการ

Heinech (1989) ได้อธิบายว่าเทคโนโลยีจำแนกออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1) เทคโนโลยีในลักษณะของกระบวนการ (process) เป็นการใช้วิทยาศาสตร์และความรู้ต่างๆ ที่รวบรวมไว้อย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่ผลในทางปฏิบัติ โดยเชื่อว่าเป็นกระบวนการที่เชื่อและนำไปสู่การแก้ปัญหาต่างๆ ได้

2) เทคโนโลยีลักษณะของผลผลิต (product) หมายถึง วัสดุและอุปกรณ์ที่เป็นผลมาจากการใช้กระบวนการทางเทคโนโลยี เช่น ฟิล์มภาพยนตร์เป็นผลผลิตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเช่นเดียวกับเครื่องฉายภาพยนตร์ หรือหนังสือเป็นผลผลิตของเทคโนโลยีเช่นเดียวกับแท่นพิมพ์หนังสือ เป็นต้น

3) เทคโนโลยีลักษณะผสมของกระบวนการและผลผลิต (process and product) ซึ่งใช้ร่วมกันสองลักษณะ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2554) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยี คือ วิทยาการที่นำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติ อุตสาหกรรม เป็นต้น

ธรรมบุญ โรจนะบุรานนท์ (2531) กล่าวว่า เทคโนโลยี คือ ความรู้วิชาการรวมกับความรู้วิธีการ และความชำนาญที่สามารถนำไปปฏิบัติภารกิจให้มีประสิทธิภาพสูง

ชำนาญ เขวกีร์ติพงศ์ (2534) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีว่า วิชาที่ว่าด้วยการประกอบวัตถุเป็นอุตสาหกรรมหรือวิชาช่างอุตสาหกรรม หรือการนำเอาวิทยาศาสตร์มาใช้ในทางปฏิบัติ

ผู้วิจัยสรุปความหมายของเทคโนโลยี หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ รวมถึงความรู้และกระบวนการที่ได้มาซึ่งวัสดุและอุปกรณ์ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น การศึกษา อุตสาหกรรม คมนาคม เป็นต้น

2.2 ความหมายของเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง มีนักวิชาการศึกษาและนักวิจัยกล่าวถึงความหมายของเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ดังนี้

Carter V. Good (1973) กล่าวว่า เทคโนโลยีการศึกษาเป็นการประยุกต์หลักการทางวิทยาศาสตร์และเครื่องมือเพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอน

Hancock (1977) กล่าวไว้ว่า เทคโนโลยีทางการศึกษา คือ การผสมความคิดความเข้าใจในการปฏิบัติงานระหว่างคนกับเครื่องมือและวัสดุอย่างมีระบบ โดยมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน

Gagne and Briggs (1979) ได้นิยามไว้ว่า เทคโนโลยีทางการศึกษา คือ ความรู้ที่เกี่ยวกับการใช้ชีวิตประจำวัน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (อ้างถึงใน เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์, 2545) ให้ความหมายของเทคโนโลยีทางการศึกษาไว้ว่า หมายถึงการนำเอาสิ่งประดิษฐ์ทางสังคมใช้ในการศึกษาให้มีประสิทธิภาพจะครอบคลุมทั้งแนวคิด หลักปฏิบัติ กระบวนการ ระเบียบ กฎเกณฑ์ วิธีการและสื่อประดิษฐ์

กิดานันท์ มลิทอง (2546) ได้กล่าวไว้ว่า เทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นการประยุกต์เอาบุคคล องค์กร กระบวนการและผลผลิตของเทคโนโลยีทางด้านวัสดุอุปกรณ์ เทคนิควิธีการรวมถึงหลักการทางด้านจิตวิทยามาใช้เพื่อแก้ปัญหาด้านการจัดการ การบริหารและการปรับปรุงการเรียนการสอน

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533) ได้กล่าวว่า เทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นระบบการออกแบบการดำเนินการและการประเมินกระบวนการเรียนการสอนทั้งหมด ในลักษณะของจุดมุ่งหมายเฉพาะบนพื้นฐานของการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์และการสื่อสาร โดยรวมเอาทรัพยากรทั้งที่เป็นมนุษย์และเครื่องมือหรือวัสดุมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน

ศิริรัตน์ พริกสี (2556) กล่าวว่า เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (Technology in Education) คือ การนำเทคโนโลยีมาช่วยส่งเสริมและการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ

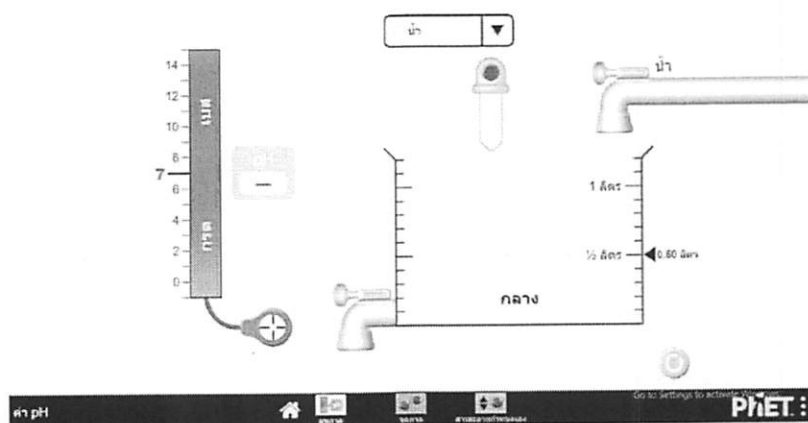
จากความหมายข้างต้น ผู้วิจัยจึงสรุปความหมายของเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา หมายถึง การประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีระบบเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ แก้ไขปัญหาและพัฒนาการศึกษาให้ก้าวหน้าต่อไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 เทคโนโลยีกับการสอนวิทยาศาสตร์

2.3.1 เทคโนโลยี

เทคโนโลยีที่นิยมใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มี 6 ประเภท ประกอบด้วย 1) ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง 2) โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการคำนวณทางวิทยาศาสตร์ 3) การจัดการเรียนรู้ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4) โทรศัพท์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 5) วิกิทัศน์ตามต้องการ และ 6) เครือข่ายสังคมออนไลน์ (วิกิคำดี จินตนาการักษ์, 2559) มีรายละเอียดแต่ละประเภทดังนี้

1) ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง มีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้เพิ่มเติมจากการทดลองในห้องปฏิบัติการทดลองจริง อีกทั้งการทดลองบางประการมีข้อจำกัดด้านงบประมาณและอันตรายที่เกิดขึ้น การใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงจึงช่วยในการเรียนรู้ ช่วยเพิ่มจำนวนครั้งในการทดลองลดงบประมาณ และลดอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการทดลองด้วย



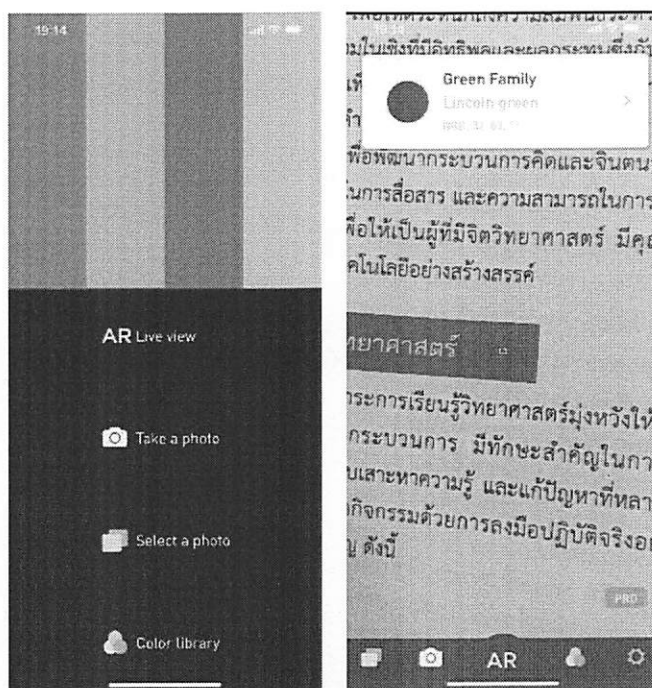
ภาพ 7 แสดงเว็บไซต์จำลองห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เสมือนจริง เรื่อง ค่าพีเอชของสารละลาย

ที่มา: https://phet.colorado.edu/sims/html/ph-scale/latest/ph-scale_th.html

(สืบค้นเมื่อ 18 สิงหาคม 2563)

2) โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการคำนวณทางวิทยาศาสตร์ เป็นการใช้ความสามารถทางคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถคำนวณสูตรทางวิทยาศาสตร์ การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการคำนวณทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการใช้เพื่อช่วยในการคำนวณ เพื่อการนำเสนอเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และเพื่อเป็นองค์ประกอบหนึ่งของห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

3) การจัดการเรียนรู้ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ การนำโทรศัพท์เคลื่อนที่มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนมีความสะดวกในการเข้าถึงเนื้อหาวิทยาศาสตร์มากขึ้น เนื้อหาสาระที่นำเสนอผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่มีทั้งเนื้อหาสาระตามหลักสูตรแกนกลางและเนื้อหาสาระที่เป็นความรู้รอบตัว โดยผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ด้านวิทยาศาสตร์ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่จะนำเสนอในรูปแบบของซอฟต์แวร์สำเร็จรูปหรือเรียกว่า แอปพลิเคชัน (Application) เช่น แอปพลิเคชัน Color Name สำหรับการตรวจวัดค่าความเข้มของสีจากรูปภาพ



ภาพ 8 แสดงหน้าจอการทำงานของแอปพลิเคชัน Color Name

4) โทรศัพท์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่นำมาใช้กับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามี 2 ประเภทรายการ ได้แก่ 1) รายการประเภทให้ความรู้เชิงวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ 2) รายการประเภทสาระบันเทิง

5) วิดีทัศน์ตามต้องการ เป็นสื่อสัญญาณภาพที่นำเสนอเนื้อหาการสอน เทคโนโลยีผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

6) เครือข่ายสังคมออนไลน์ เป็นบริการจากผู้ให้บริการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ได้รับความนิยมในการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคล โดยเป็นการใช้เว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันเพื่อเขียนข้อความแสดงความคิดเห็น เช่น เฟสบุ๊ก ไลน์ บล็อก เป็นต้น การนำเครือข่ายสังคมออนไลน์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้อาจารย์สามารถใช้ในการติดต่อสื่อสารและการสร้างเครือข่ายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และการศึกษานี้

2.3.2 สื่ออิเล็กทรอนิกส์

สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้อาจารย์ ประกอบด้วย

1) เว็บไซต์ 2) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและ 3) ความเป็นจริงเสมือน (AR) (นิคม ทาแดงและ คันสนีย์ สังสรรค์อนันต์, 2556) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) เว็บไซต์ (Website) นำเสนอเนื้อหาด้วยข้อความ ภาพ วีดิทัศน์ ภาพ แอนิเมชันและสื่อมัลติมีเดีย การนำเว็บไซต์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้อาจารย์เป็นการฝึกให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูล

2) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้อาจารย์นิยมนำมาใช้ 2 ประเภท คือ 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการสอนและ 2) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทฝึกปฏิบัติ ซึ่งการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนเนื้อหานอกเวลาเรียน

3) ความเป็นจริงเสมือน (Augmented Reality, AR) เป็นเทคโนโลยีเสมือนจริงที่เป็นการผสมผสานระหว่างโลกแห่งความจริงและโลกเสมือน โดยใช้การซ้อนภาพสามมิติที่สร้างขึ้นให้ไปแสดงผลปรากฏในโลกแห่งความจริงในลักษณะที่เป็นภาพสามมิติ (3D) หรืออาจจะเป็นภาพสองมิติ (2D) ภาพเคลื่อนไหว (animation) หรือเป็นสื่อวีดิทัศน์ที่มีเสียงประกอบ เป็นต้น

2.3.3 สื่อมัลติมีเดีย

สื่อมัลติมีเดียเป็นการผสมผสานสื่อหลายๆ แบบเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ น่าสนใจ สามารถให้ผู้เรียนเข้ามาศึกษาและเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา (โกวิท พิติพงษ์พล, 2563, หน้า 47) โดยแบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ (กิตตินันท์ ขอบธรรม, 2561, หน้า 8)

1) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง หนังสือที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีลักษณะเป็นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีคุณลักษณะสามารถเชื่อมโยงไปยังจุดต่างๆ ภายในหนังสือหรือเว็บต่างๆ ตลอดจนมีปฏิสัมพันธ์และโต้ตอบกับผู้เรียนได้

2) วิดีทัศน์ (Video) หมายถึง เทปบันทึกภาพ เป็นสื่อที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้งานด้านมัลติมีเดีย สามารถแสดงผลได้ทั้งแอนิเมชันและเสียงไปพร้อมกัน

3) แอนิเมชัน (Animation) หมายถึง แอนิเมชันที่ถูกสร้างขึ้นโดยการนำภาพนิ่งหลายๆ ภาพมาทำการฉายต่อเนื่องด้วยความเร็วสูงทำให้เกิดภาพลวงตาของการเคลื่อนไหว

ดังนั้นจากการศึกษาและวิเคราะห์ข้างต้น ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าการศึกษาในรายวิชาเคมีที่มีเนื้อหาเป็นนามธรรมจำเป็นต้องได้ยากทำให้นักเรียนเกิดความสับสน ฉะนั้นการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จะเป็นการช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

3. การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี

จากการศึกษาและวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานของจินดา พรหมณัฐ (2553) มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์ นักเรียนจะได้เห็นถึงความสำคัญและความจำเป็นที่ต้องเรียนรู้ และนักเรียนต้องระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษาและระดมความคิดหาแนวทางการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งสอดคล้องกับความสามารถในการระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ในสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติงาน นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เช่น การทดลอง การแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับความสามารถในการเสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ในสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนที่ 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ นักเรียนจะได้เรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรมและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอข้อค้นพบต่างๆ รวมทั้งลงข้อสรุปที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าหรือลงปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และในขั้นตอนที่ 4 ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ นักเรียนจะได้นำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่หรือนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับการประเมินของความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA ที่ให้ความสำคัญกับความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงแนวคิดและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาอย่างน้อยเพียงใดและ

สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดีเพียงใด (สสวท, 2561, หน้า 19)

การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่องกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์ ครูนำเสนอสถานการณ์ผ่านบทความและรูปภาพ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน ในชุมชนหรือเป็นสถานการณ์ที่อยู่ในความสนใจของนักเรียนขณะนั้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจและสร้างความคุ้นเคยแก่นักเรียน นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์นั้นๆ ร่วมกันรวมถึงให้นักเรียนได้ระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการตรวจสอบในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์และนำเสนอประเด็นปัญหาเพื่อให้นักเรียนร่วมกันแยกแยะว่าประเด็นที่แต่ละกลุ่มนำเสนอสามารถตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่และลงข้อสรุปเลือกปัญหาที่ต้องการตรวจสอบเพื่อให้เป็นประเด็นเดียวกัน

ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติงาน นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ร่วมกันระดมความคิดเพื่อเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบประเด็นปัญหาที่ได้เลือกไว้ ร่วมกันออกแบบวิธีการตรวจสอบปัญหาภายในกลุ่ม จากนั้นนำวิธีการที่ได้ออกแบบร่วมกันไปเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ (Learning key concept) นักเรียนจะได้เรียนรู้แนวคิดสำคัญผ่านการทำกิจกรรมซึ่งครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอผลการตรวจสอบและข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม ร่วมกันอภิปรายผลและสรุปความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม ให้นักเรียนได้ประเมินผลการตรวจสอบของกลุ่มตนเองและกลุ่มของเพื่อนว่าผลที่ได้จากการตรวจสอบด้วยวิธีการที่ได้ออกแบบนั้นมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร จากนั้นให้ร่วมกันเสนอแนะวิธีการตรวจสอบเพื่อปรับปรุงให้ดีขึ้นในครั้งต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ครูผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ใหม่และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการนำความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้รับผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์หรือบริบทใหม่ที่มีความคล้ายคลึงกันหรือนำไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของสิ่งที่ได้เรียนรู้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

วราพร รัศมีจาตุรงค์ (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเรื่องกรด-เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาได้จากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในบริบทที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้เหตุผล การใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นกระบวนการคิดวิเคราะห์ รวมทั้งกิจกรรมที่ให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการหาคำตอบและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนทุกคนมีพัฒนาการในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

กนิษฐกานต์ เบญจพลภรณ์ (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ปัญหาที่ใช้นำเข้าสู่บทเรียนร่วมกับการใช้คำถามควรมีความน่าสนใจและอยู่ในชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ ระบุปัญหา แยกแยะประเด็นปัญหาและเลือกปัญหาที่จะศึกษาด้วยตนเองนำไปสู่การศึกษาหาความรู้โดยทำการทดลองเพื่อหาคำตอบ จากนั้นนักเรียนนำเสนอผลการทดลองโดยนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบมาอธิบายถึงวิธีแก้ปัญหาและการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้สามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้

ศุภกร สุขยิ่ง (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้ข่าวเป็นสื่อเรื่องสภาพสมดุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมได้แก่การนำเข้าสู่บทเรียนด้วยบริบทจากข่าวและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนระบุปัญหาและนำไปสู่การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์และออกแบบการทดลอง ส่งเสริมกระบวนการคิดและอภิปรายภายในกลุ่มพร้อมประเมินและอภิปรายรูปแบบการทดลองที่เหมาะสมนำไปสู่ข้อสรุป จากนั้นนักเรียนทำการทดลอง ส่งเสริมให้นักเรียนได้ออกแบบและนำเสนอผลการทดลอง จากนั้นนำเสนอบริบทจากข่าวใหม่ที่มีเนื้อหาแนวคิดเดียวกันกับเรื่องที่นักเรียนได้ศึกษาและนักเรียนสามารถพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้

พิชญ์สินี จักรแก้ว (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐานเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการกำหนดสถานการณ์ ขั้นการตั้งข้อสงสัยและการวางแผน ขั้นการลงมือปฏิบัติ ขั้นการเรียนรู้แนวคิดสำคัญและขั้นการนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่และหลังการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นนักเรียนมีคะแนนสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

พัชรมัย นิมละออบ (2559) ได้ศึกษาผลการใช้แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อความเข้าใจในทัศนชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายพบว่า นักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความเข้าใจในทัศนชีววิทยาหลังเรียนผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำและนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนความเข้าใจในทัศนชีววิทยาไม่แตกต่างกัน

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Jodi L., Anno N., and David J. (2018) ได้ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของเคมีโดยบูรณาการความรู้เข้ากับการทดลองและใช้โปรแกรมจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 1,400 คนที่เข้าร่วมการจัดกิจกรรมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งพบว่าหลังการเข้าร่วมนักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาและการสืบเสาะหาความรู้ที่ดีขึ้น

Myra T. Koesdjojo and etc. (2015) ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาวิธีการที่ง่ายและและสามารถประดิษฐ์อุปกรณ์ไมโครฟลูอิดิกส์อย่างง่ายจากกระดาษเพื่อใช้กับแอปพลิเคชันตรวจสอบค่าความเข้มของแม่สี (RGB) ได้ ซึ่งการวิเคราะห์นี้จะใช้กล้องโทรศัพท์และแอปพลิเคชันอ่านค่าสี RGB ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ หรือให้นักเรียนได้ออกแบบและสร้างสรรค์อุปกรณ์ไมโครฟลูอิดิกส์ของตนเองเพื่อใช้ในการทดลองได้

Eric Kehoe and R. Lee Penn (2013) ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาวิธีการตรวจสอบความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างที่ไม่ทราบความเข้มข้น โดยสารตัวอย่างที่ใช้คือสารละลายสีน้ำเงินจากสีผสมอาหาร เครื่องดื่มชูกำลังกลิ่นมะนาว และสารละลายไอออน (II) คลอไรด์ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการดูดซับของสารและความเข้มของสีที่กล้องโทรศัพท์ตรวจวัดได้ สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการถ่ายภาพหรือกล้องถ่ายภาพนิ่ง ซึ่งวิธีการนี้เป็นวิธีการที่ง่ายสำหรับการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง สามารถนำไปใช้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายและห้องปฏิบัติการวิจัยได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่องกรด-เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และศึกษาพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่องกรด-เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

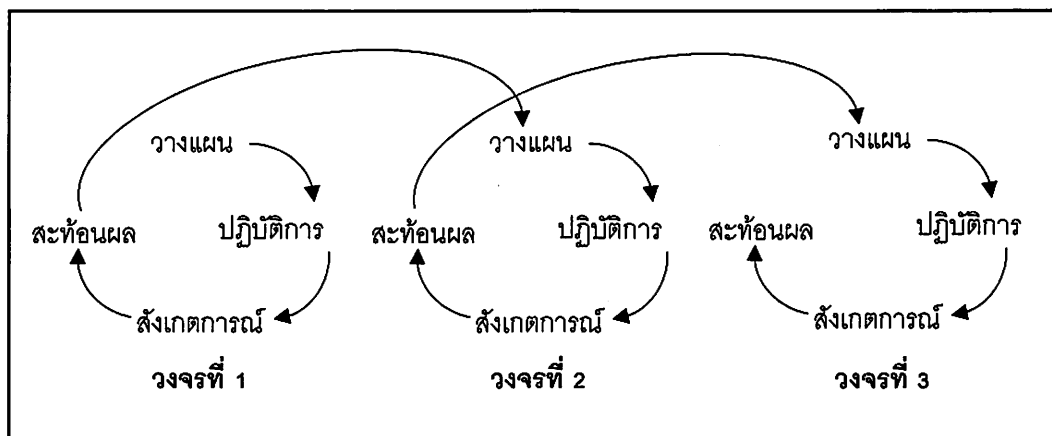
1. แบบแผนการวิจัย
2. กลุ่มเป้าหมาย
3. การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (2000) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นการวางแผน (Plan)
2. ขั้นปฏิบัติการ (Action)
3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)
4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ซึ่งการวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการ โดยจะมีลักษณะเป็นการปฏิบัติซ้ำเป็นวงจรทั้งหมด 3 วงจร ตามจำนวนแผนการจัดการเรียนรู้ ดังภาพ 9



ภาพ 9 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ที่มา: แนวคิดของ Kemmis and McTaggart (2000)

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน 22 คน ของโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยใช้ระดับชั้นเรียนเป็นเกณฑ์กำหนดคุณสมบัติ

บริบทของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนที่มีภูมิลำเนาอยู่ในจังหวัดเพชรบูรณ์ ครอบครัวของนักเรียนประกอบอาชีพเกษตรกรรมและมีภาระหน้าที่ช่วยผู้ปกครองประกอบอาชีพ โดยนักเรียนมีทั้งที่อาศัยหอพักของโรงเรียนและอาศัยอยู่กับผู้ปกครอง บทบาทของผู้วิจัยคือ เป็นครูผู้สอนรายวิชาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บริบทของห้องเรียนที่ใช้ในการวิจัย พบว่าห้องเรียนมีขนาดเหมาะสมกับจำนวนนักเรียน จัดโต๊ะแยกรายคนเป็นแถวโดยหันหน้าเข้าหากระดาน มีสุมาร์ทที่วีลอยู่ด้านหน้าของห้อง

สำหรับบริบทโรงเรียน พบว่าโรงเรียนเป็นโรงเรียนขยายโอกาส เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (แผนการสอนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) มีห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ 1 ห้องซึ่งใช้จัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวนอุปกรณ์พื้นฐานไม่เพียงพอและขาดแคลนสารเคมี

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยขอเสนอเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งตามวัตถุประสงค์การวิจัย รายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด - เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่องกรด - เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 แผน โดยใช้เนื้อหาเรื่องค่าพีเอชของสารละลาย อินดิเคเตอร์และสารละลายบัฟเฟอร์ เวลาที่ใช้จัดกิจกรรมทั้งหมด 12 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

1.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียน โดยวิเคราะห์จากคำอธิบายรายวิชาเคมี 4 (ว32224) เนื้อหาสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส

1.1.2 ศึกษาบริบทและตัวบ่งชี้ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จากกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015

1.1.3 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี

1.1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเรื่องกรด-เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 แผน รวมใช้เวลา 12 ชั่วโมง โดยในแต่ละแผนการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการมีรายละเอียดดังตาราง 4

1.1.5 นำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีต่ออาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการสอนวิทยาศาสตร์และครูผู้มีส่วนร่วมนสอนรายวิชาเคมี เพื่อประเมินความถูกต้องและเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนในแบบประเมินความเหมาะสมดังนี้

5 คะแนน	เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีเหมาะสมมากที่สุด
4 คะแนน	เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีเหมาะสมมาก
3 คะแนน	เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีเหมาะสมปานกลาง
2 คะแนน	เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีเหมาะสมน้อย
1 คะแนน	เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีเหมาะสมน้อยที่สุด

ตาราง 4 แสดงรายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี เรื่อง กรด-เบส

แผนการจัดการเรียนรู้	เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	บริบทที่ใช้	เทคโนโลยี	จำนวน (ชม.)
1	ค่าพีเอชของสารละลาย	4. คำนวณค่าพีเอชความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส	ไฟฟ้า	1. แอปพลิเคชัน Color Name 2. แอปพลิเคชัน StanXY 3. โปรแกรม Microsoft Excel 4. สื่อสังคมออนไลน์ (Facebook)	4
2	อินดิเคเตอร์	7. ทดลองและอธิบายหลักการไทเทรตและเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบส	ดิน เชื่อมโทรม	1. สื่อมัลติมีเดีย 2. โปรแกรม Crocodile Chemistry 3. แอปพลิเคชัน Zoom 4. สื่อสังคมออนไลน์ (Facebook) 5. เว็บไซต์ Canva	4
3	สารละลายบัฟเฟอร์	9. อธิบายสมบัติ องค์ประกอบ และประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์	น้ำอัลคาไลน์	1. สื่อมัลติมีเดีย 2. แอปพลิเคชัน FoodiEat 3. เว็บไซต์ Canva	4

1.1.6 นำคะแนนตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและแปลความหมายโดยนำค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ การประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมน้อยที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยที่ระดับความเหมาะสมมากเป็นต้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1–3 ที่ใช้ในการวิจัย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 4.61 และ 4.57 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.57 0.50 และ 0.47 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผนมีระดับความเหมาะสมมากสามารถนำไปใช้จัดการเรียนรู้ได้ โดยมีรายละเอียดการประเมินแสดงในภาคผนวก ข ตาราง 10

1.1.7 ผู้วิจัยทำการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นต่อไปนี้

- 1) บริบทหรือสถานการณ์ที่นำเสนอควรเลือกที่ใกล้ตัวนักเรียนมากที่สุด
- 2) ควรเลือกใช้คำถามให้สามารถนำเข้าสู่ขั้นการสอนถัดไปได้
- 3) จัดทำใบความรู้เพิ่มเติมในเนื้อหาเรื่องสารละลายบัฟเฟอร์
- 4) ควรให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องสารละลายบัฟเฟอร์

1.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้จัด กิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

1.2 แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน ของครูตามแผนการเรียนรู้ที่ได้สร้างไว้ โดยผู้ให้ข้อมูลคือครูผู้ร่วมสังเกตและผู้วิจัย เพื่อสะท้อน ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ใน วงจรถัดไป มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1.2.1 กำหนดขอบเขตการบันทึกที่จะได้รับการสะท้อนในขณะจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี รายละเอียดดังตาราง 5

- 1.2.2 สร้างแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ตามขอบเขตที่กำหนด
- 1.2.3 นำแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาทำการตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะ
- 1.2.4 ปรับปรุงแก้ไขแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะในประเด็นดังนี้
- 1) แบ่งสัดส่วนการบันทึกระหว่างชั้นการสอนให้ชัดเจน
 - 2) ควรใช้นิยามชั้นการสอนแต่ละชั้นเพิ่มเติม
- 1.2.5 นำแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้เก็บข้อมูล

ตาราง 5 แสดงขอบเขตการบันทึกในแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

ชั้นการจัดการเรียนรู้	ขอบเขตที่บันทึก
ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์	1. ความเหมาะสมและสอดคล้องของบริบทหรือสถานการณ์ที่นำเสนอ 2. ความเหมาะสมของวิธีการนำเสนอบริบทหรือสถานการณ์
ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติ	1. ความเหมาะสมของกระบวนการจัดกิจกรรม 2. ความเหมาะสมของสื่อที่ใช้ 3. พฤติกรรมที่บ่งชี้ว่านักเรียนเกิดการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ	1. ความเหมาะสมของกระบวนการจัดกิจกรรม 2. ความเหมาะสมของสื่อที่ใช้ 3. พฤติกรรมที่บ่งชี้ว่านักเรียนเกิดการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และองค์ความรู้ที่ได้รับ
ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอ ในสถานการณ์ใหม่	1. ความเหมาะสมและสอดคล้องของบริบทหรือสถานการณ์ที่นำเสนอ 2. ความเหมาะสมของวิธีการนำเสนอบริบทหรือสถานการณ์ 3. พฤติกรรมที่บ่งชี้ว่านักเรียนเกิดเชื่อมโยงความรู้จากบริบทหรือสถานการณ์เดิมไปสู่บริบทหรือสถานการณ์ใหม่

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็น ฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี

2.1 แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

แบบวัดที่ใช้สำหรับวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ซึ่งจัดทำขึ้นตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกรด-เบส มี 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบเลือกตอบ แบบเลือกตอบเชิงซ้อนและแบบเขียนตอบอิสระ โดยวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

2.1.1 ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตาม กรอบการประเมินของ PISA 2015

2.1.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์จากหนังสือ เอกสารวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.3 ออกแบบโครงสร้างของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามกรอบ การประเมินของ PISA 2015 ประกอบด้วย บริบท ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สัดส่วน ในการออกข้อสอบในแต่ละสมรรถนะมีการวิเคราะห์เทียบกับสัดส่วนของข้อสอบ PISA 2015 ซึ่งเป็นปีที่ประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เป็นหลักกับผลการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบสแสดงดัง ตาราง 6

ตาราง 6 แสดงการวิเคราะห์การสร้างแบบวัดความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่องกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บริบท /สถานการณ์	ระดับบริบท	ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์แยกตาม สมรรถนะที่ทำการประเมิน	ลักษณะข้อสอบ	จำนวน (ข้อ)
ฝนกรด	ระดับท้องถิ่น	2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์		
		2.4 ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	เลือกตอบ	1
		3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์		
		3.1 แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	เลือกตอบ	1
		3.2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป	เขียนตอบอิสระ	1
		3.3 ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผล ในเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	เขียนตอบอิสระ	1
ดิน	ระดับท้องถิ่น	3.4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากพิจารณาจากสิ่งอื่น	เลือกตอบเชิงซ้อน	1
		1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์		
		1.3 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล	เขียนตอบอิสระ	1
		1.4 เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	เขียนตอบอิสระ	1
		1.5 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม	เขียนตอบอิสระ	1

ตาราง 6 (ต่อ)

บริบท /สถานการณ์	ระดับบริบท	ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์แยกตาม สมรรถนะที่ทำการประเมิน	ลักษณะข้อสอบ	จำนวน (ข้อ)
ดิน	ระดับท้องถิ่น	2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์		
		2.2 แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์	เลือกตอบเชิงซ้อน	1
		2.5 บรรยายและประเมินวิธีการต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึง ความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย	เขียนตอบอิสระ	1
โตสเร่งขาว	ระดับบุคคล	1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์		
		1.2 ระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบและการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย	เขียนตอบอิสระ	1
		2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์		
		2.1 ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์	เลือกตอบเชิงซ้อน	1
		2.3 เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	เขียนตอบอิสระ	1

ตาราง 6 (ต่อ)

บริบท /สถานการณ์	ระดับบริบท	ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์แยกตาม สมรรถนะที่ทำการประเมิน	ลักษณะข้อสอบ	จำนวน (ข้อ)
		3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์		
โตสเร่่งขาว	ระดับบุคคล	3.5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มา หลากหลาย	เขียนตอบอิสระ	1
		1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์		
บัพเฟอร์	ระดับบุคคล	1.1 การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้คำอธิบายที่สมเหตุสมผล	เขียนตอบอิสระ	1

2.1.4 สร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่องกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์จำนวน 15 ข้อ

2.1.5 นำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) จากนั้นวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นรายข้อ โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาถึงความเห็น ดังนี้

+1 หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับสมรรถนะ

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับสมรรถนะ

-1 หมายถึง ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับสมรรถนะ

จากนั้นทำการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นรายข้อซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้ (เอี่ยมพร หลินเจริญ, 2554)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับสมรรถนะ

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละข้อ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

หากแบบทดสอบข้อใดมีค่าดัชนี IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าแบบทดสอบข้อนั้นสามารถนำไปทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งแบบทดสอบในวิจัยนี้ ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับสมรรถนะทุกข้อเนื่องจากมีค่าดัชนี IOC มากกว่า 0.5

2.1.6 ปรับปรุงแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญให้เป็นฉบับสมบูรณ์ โดยมีประเด็นดังต่อไปนี้

1) การใช้สัญลักษณ์ในแบบวัดควรทำให้ใหญ่และชัดเจนขึ้น

2) ให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบบัพเฟอร์

2.1.7 นำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่องกรด - เบส ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย

2.2 ไบกิจกรรมของนักเรียน เป็นไบกิจกรรมที่จัดทำขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยไบกิจกรรมจะเป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.2.1 ศึกษาตัวป่งชี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

2.2.2 ศึกษาเนื้อหาและผลการเรียนรู้รายวิชาเคมี 4 เรื่อง กรด-เบส

2.2.3 สร้างใบกิจกรรมของนักเรียนตามความสอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้

2.2.4 เสนอใบกิจกรรมต่ออาจารย์ที่ปรึกษาทำการตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการการตั้งคำถามให้คล้ายกับแบบวัดความฉลาดรู้เพื่อให้นักเรียนคุ้นเคย

2.2.5 ปรับปรุงแก้ไขใบกิจกรรมตามข้อเสนอแนะให้เป็นฉบับสมบูรณ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งได้ดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติในชั้นเรียน 4 ขั้นตอนโดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ขั้นการวางแผน ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์สภาพปัญหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครูผู้ร่วมสังเกตและผู้วิจัย

2. ขั้นปฏิบัติ ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน เวลาที่ใช้ทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ในเนื้อหาต่อไปนี้ ค่าพีเอชของสารละลาย อินดิเคเตอร์และสารละลายบัฟเฟอร์

3. ขั้นสังเกต ผู้วิจัยสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมที่เกิดขึ้นภายในชั้นเรียน ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหารวมถึงผลงานของนักเรียนโดยบันทึกลงแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

4. ขั้นสะท้อนผล ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครูผู้ร่วมสังเกตและผู้วิจัย มาวิเคราะห์เพื่อประเมินผลว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประสบผลสำเร็จหรือเกิดปัญหาหรือไม่ ซึ่งจะทำให้การสะท้อนผลเมื่อสิ้นสุดแต่ละวงจร เพื่อนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาเป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรครั้งต่อไป จนครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ จึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนตามจุดประสงค์การวิจัย มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีที่พัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่องกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ ได้แก่ ข้อมูลจากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและครูผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง 1 ท่าน การบันทึกข้อมูลจะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหาและนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาเรียบเรียงอธิบายสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นและสรุปข้อมูลโดยการเขียนบรรยาย ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการทวงจร โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 อ่านผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ตามที่ผู้สะท้อนได้บันทึกลงในแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

1.2 กระทำการจัดระเบียบข้อมูล จัดกลุ่มข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงแนวทางการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป

1.3 สร้างบทสรุปของแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ต่างๆ เขียนข้อสรุปโดยให้มีความเชื่อมโยงกัน เพื่อรายงานผลการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด - เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยสรุปเป็นจุดเด่น จุดที่ควรปรับปรุง และข้อเสนอแนะ

1.4 การยืนยันความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ โดยยืนยันความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ด้วยเทคนิคสามเส้า (Triangulation) ด้านแหล่งข้อมูลเนื่องจากผู้ให้ข้อมูลได้แก่ ครูผู้ร่วมสังเกตและผู้วิจัย หลังจบกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละวงจร

2. การวิเคราะห์พัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้จากเครื่องมือดังต่อไปนี้

2.1 แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส

แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่องกรด-เบส สามารถวิเคราะห์โดยแยกระดับการรู้สมรรถนะอ้างอิงจากมาตรฐานความฉลาดรู้ตามกรอบการประเมินความฉลาดรู้

ด้านวิทยาศาสตร์ PISA 2015 ซึ่งจะวิเคราะห์โดยใช้สถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าร้อยละ (Percentage) โดยการให้คะแนนมีรายละเอียด ดังนี้

1) ข้อสอบแบบเขียนตอบ หากตอบถูกต้องครบถ้วนได้ 2 คะแนน หากตอบถูกแต่ไม่ครบถ้วนได้ 1 คะแนน หากตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน

2) ข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน หากตอบถูกต้องทั้งหมด ได้ 2 คะแนน หากตอบถูกแต่ไม่ครบถ้วนหรือตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน

3) ข้อสอบแบบเลือกตอบ หากตอบถูกต้อง ได้ 1 คะแนน หากตอบไม่ถูกหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน

แล้วนำคะแนนรวมที่ได้มาจัดระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติพื้นฐานหาร้อยละของคะแนนเพื่อนำมาเทียบเป็นระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์ที่อ้างอิงจากกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA ดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงเกณฑ์การประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่องกรด-เบสโดยอ้างอิงจากกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015

ช่วงคะแนน	ระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์	แปลผล
ต่ำกว่า 5.9	ต่ำกว่า 1b	
6.0 - 8.9	1b	ควรปรับปรุง
9.0 - 11.9	1a	
12.0 - 14.9	2	พอใช้
15.0 - 16.4	3	ดี
16.5 - 19.4	4	ดีมาก
19.5 - 20.9	5	ดีเยี่ยม
21 ขึ้นไป	6	ดีเลิศ

2.2 ไบโก็กิจกรรมของนักเรียน

ข้อคำถามในไบโก็กิจกรรมของนักเรียนจะเป็นคำถามอัตร้อยแบบเขียนตอบที่วัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ ซึ่งการให้คะแนนมีรายละเอียดดังนี้ หากตอบถูกต้องครบถ้วนให้ 2 คะแนน หากตอบถูกแต่ไม่ครบถ้วนให้ 1 คะแนน หากตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน จากนั้นนำคะแนนรวมที่ได้มาจัดระดับโดยใช้เกณฑ์ในตาราง 7

การยืนยันความน่าเชื่อถือของผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเรื่องกรด-เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่องกรด-เบส และไบโก็กิจกรรมของนักเรียน จากนั้นนำผลการวิเคราะห์จากเครื่องมือทั้งสองมายืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยเทคนิคสามเส้าด้านวิธีการรวบรวมข้อมูล เพื่อพิจารณาถึงผลการวิเคราะห์ว่าในประเด็นเดียวกัน เครื่องมือทั้งสองให้ผลการวิเคราะห์ไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน ร่วมกับการใช้เทคโนโลยี โดยมีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 22 คน ผู้วิจัยแบ่งประเด็นในการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้.

1. ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส
2. ผลการศึกษาพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี

1. ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส

เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลเพื่อศึกษาในประเด็นที่ 1 ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน เวลาที่ใช้เก็บข้อมูลจำนวน 12 ชั่วโมง และแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกต รายละเอียดดังนี้

1.1 วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง ค่าพีเอชของสารละลาย

1.1.1 การวางแผนการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบใช้แบบบริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง ค่าพีเอชของสารละลาย ให้แก่นักเรียนในเวลาเรียนตามปกติ โดยมีผู้เชี่ยวชาญร่วมในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้ 1) อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญจากคณะศึกษาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน 2) อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญจากคณะวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน และ 3) ครูผู้มีส่วนร่วมนการสอนในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน ผลการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า บริบทที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นสิ่งที่ใกล้ตัวผู้เรียนและควรปรับปรุงคำถามที่ใช้เพื่อช่วยให้ขั้นการจัดกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกัน ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก

สรุปได้ว่า ในขั้นการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ส่วนการเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ ควรจะปรับปรุงบริบทให้ใกล้ตัวนักเรียนมากยิ่งขึ้นหรือเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวันและปรับปรุงคำถามเพื่อใช้เชื่อมขั้นการสอนแต่ละขั้น

1.1.2 การดำเนินการและการสังเกต

ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ค่าพีเอชของสารละลายที่ได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญไปใช้จัดกิจกรรมในห้องเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมี 4 ขั้นตอน รายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์

ในขั้นตอนนี้ครูผู้สอนนำเสนอสถานการณ์เกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องกรด-เบส เป็นสถานการณ์ใกล้ตัวหรืออยู่ในความสนใจของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจและสร้างความคุ้นเคยกับรูปแบบการจัดกิจกรรมให้แก่ นักเรียน นักเรียนจะได้ร่วมกันอภิปรายระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการตรวจสอบในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์และนำเสนอประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่อง กรด-เบส เพื่อให้นักเรียนภายในห้องร่วมกันแยกแยะว่าประเด็นที่นำเสนอ นั้นสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้จริงหรือไม่และร่วมกันลงข้อสรุปเลือกปัญหาที่ต้องการตรวจสอบเพื่อให้เป็นประเด็นเดียวกัน

ในการดำเนินการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยตั้งคำถามกับนักเรียนเกี่ยวกับแหล่งน้ำอุปโภคบริโภคของครอบครัวนักเรียน ดังนี้

1. นักเรียนใช้น้ำจากแหล่งใดในการอุปโภคและบริโภค
2. นักเรียนคิดว่าน้ำที่นักเรียนนำมาใช้บริโภคปลอดภัยหรือไม่
3. ภายหลังจากที่นักเรียนบริโภคน้ำแล้วมีอาการผิดปกติหรือไม่

ซึ่งจากการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อคำถามค่อนข้างดี มีการร่วมตอบคำถามแต่ไม่ได้มีการยกมือเพื่อตอบจึงเป็นการยากสำหรับผู้วิจัยที่จะสังเกตเป็นรายบุคคล โดยคำตอบที่นักเรียนตอบมามีตัวอย่างดังนี้

"...ชื่อน้ำขวดค่ะ หรือถ้าน้ำหมตก็จะใช้น้ำก๊อก" (S12, 4 กุมภาพันธ์ 2564)

"...ชื่อน้ำดื่มค่ะ แต่ถ้าล้างจัดก็เป็นน้ำโ่งที่รองไว้ค่ะ" (S18, 4 กุมภาพันธ์ 2564)

ซึ่งผู้วิจัยได้ถามกลับถึงความปลอดภัยของน้ำที่ใช้บริโภค และนักเรียนได้ตอบกลับว่า

"...อาทิยที่แล้ว หนูกับที่บ้านกินน้ำฝนที่รองไว้ในโ่งเพราะรดน้ำไม่เข้า หลังจากกินแล้วรู้สึกหิว (เวียนหัว) เป็นกันทั้งบ้านเลยคะ" (S18, 4 กุมภาพันธ์ 2564)

ผู้วิจัยจึงได้ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคาดคะเนสาเหตุความเป็นไปได้ว่า นักเรียนคิดว่าที่นักเรียนเวียนหัวเป็นเพราะสาเหตุใดซึ่งนักเรียนไม่ตอบคำถาม จึงได้เปิดคลิปวิดีโอเกี่ยวกับฝนกรดให้นักเรียนได้ดู หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนสืบค้นและบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1 ในประเด็นดังนี้

1. ฝนกรดคืออะไรและเกิดขึ้นได้อย่างไร
2. ทำไมฝนกรดถึงเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

เมื่อนักเรียนสืบค้นและบันทึกข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำเสนอบริบทผ่านรูปภาพและบทความให้นักเรียนพิจารณา จากการสังเกตพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสับสนในการระบุประเด็นปัญหาจากบทความ บางส่วนไม่ค่อยสนใจต่อบทกิจกรรมและได้มีนักเรียนสอบถามว่า

“...ครูครับ ผมไม่เข้าใจ ปัญหาแบบไหน” (S4, 4 กุมภาพันธ์ 2564)

ผู้วิจัยได้ชี้แจงให้นักเรียนทุกคนรับทราบ โดยการระบุปัญหาคือการให้นักเรียนระบุปัญหาที่นักเรียนคาดว่าเกิดขึ้นในสถานการณ์ที่น่าเสนอและให้นักเรียนได้จำแนกว่าปัญหานั้นสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ เนื่องจากปัญหาบางอย่างไม่จำเป็นที่จะต้องใช่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการตรวจสอบก็ได้ จากนั้นจึงให้นักเรียนระบุประเด็นปัญหาลงในใบกิจกรรมของตนเองให้แล้วเสร็จซึ่งจากการสังเกตการทำงานของนักเรียนพบว่านักเรียนมีการถกเถียงกันกับเพื่อนด้านข้างว่า

“...วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นไง?” (S16, 4 กุมภาพันธ์ 2564)

ผู้วิจัยจึงได้ชี้แจงเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นวิธีแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอน ได้แก่ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและการลงข้อสรุป จากนั้นผู้วิจัยจึงสุ่มนักเรียน 1 คนขึ้นนำเสนอปัญหาจากสถานการณ์ที่จะนำมาตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จากการสุ่มนักเรียน 6 - 7 คนพบว่าปัญหาที่นักเรียนนำเสนอแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแก๊ส ได้แก่ ปัญหาเรื่องฝุ่นควันที่เกิดขึ้น
2. ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับของเหลว ได้แก่ ปัญหาน้ำเน่าเสียและปัญหาการขาดน้ำ

จากปัญหาที่นักเรียนนำเสนอยังไม่ตรงประเด็นในเนื้อหาที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ ผู้วิจัยจึงได้ชี้แนะไปว่า การเกิดการเผาไหม้ของป่าทำให้เกิดหมอกและควันจำนวนมาก โดยการเผาไหม้นั้นส่วนใหญ่เป็นการเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์จึงเกิดมลพิษและผู้วิจัยได้ชี้แนะถึงประเด็นเกี่ยวกับแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกิดการรวมตัวกับน้ำฝนทำให้น้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรดเป็นอันตราย

ต่อสุขภาพได้ จากนั้นจึงร่วมกันสรุปประเด็นปัญหาเพื่อใช้เป็นทิศทางเดียวกันในการจัดกิจกรรมในชั้นถัดไป

การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 1 พบว่า ระยะเวลาดำเนินกิจกรรมได้กำหนดไว้ 20 นาที ปรากฏว่าใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมรวม 50 นาทีมากกว่าระยะเวลาที่กำหนดไว้ ครูผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้จึงได้ให้ข้อเสนอแนะแก่ผู้วิจัย ผู้วิจัยควรปรับวิธีการนำเสนอสถานการณ์ใหม่ให้กระชับมากขึ้นโดยอาจจะแจกใบกิจกรรมให้นักเรียนก่อนวันเรียนอย่างน้อย 1-2 วัน เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาที่บ้านมาก่อนหรืออาจจะแจกในชั่วโมงสุดท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละเรื่องก่อนที่จะขึ้นวงจรปฏิบัติการถัดไปซึ่งผู้วิจัยเห็นด้วยกับครูผู้ร่วมสังเกตในการเสนอการแจกใบกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาล่วงหน้า อีกทั้งผู้วิจัยควรเพิ่มคำถามระหว่างที่นักเรียนสืบค้นเพื่อเป็นการกระตุ้นและตรวจสอบว่านักเรียนสามารถสืบค้นเนื้อหาได้ ส่วนในเรื่องการระบุประเด็นปัญหาของนักเรียน ผู้วิจัยได้มีความคิดเห็นเช่นเดียวกับครูผู้ร่วมสังเกตการนำเสนอปัญหาที่ไม่ตรงประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการจะสื่อ สาเหตุอาจจะเกิดจากบทความที่นำเสนอยังมีความชัดเจนไม่เพียงพอทำให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงไปหาเนื้อหาสาระได้หรือด้วยวิธีการสอนรูปแบบใหม่ทำให้นักเรียนยังไม่เคยชินจึงทำให้ถามเพื่อนข้างเคียง ประเด็นปัญหาจึงมีความคล้ายคลึงกันเป็นส่วนใหญ่ สำหรับความคิดเห็นของผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตแสดงได้ดังนี้

“...ให้แจกลิงก์ ใบกิจกรรม ใบความรู้ให้เด็กก่อนเริ่มสอน เด็กจะได้มีเวลาเตรียมตัวมาล่วงหน้าและเรื่องในใบกิจกรรมสื่อถึงฝนกรดน้อยมาก คิดซับซ้อนเกินไป เด็กก็เลยเชื่อมโยงไม่ถึง” (ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 4 กุมภาพันธ์ 2564)

“...ควรเตรียมสื่อต่างๆ ให้นักเรียนไปศึกษาล่วงหน้าเพื่อจะได้ประหยัดเวลา ควรบอกนักเรียนก่อนเริ่มกิจกรรมการระบุปัญหาว่าให้เขียนปัญหามาให้ได้เยอะๆ ค่อยมาเลือกและต้องหาสถานการณ์ที่สามารถเชื่อมโยงไปยังเนื้อหาได้ง่ายกว่านี้” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 4 กุมภาพันธ์ 2564)

จากการวิเคราะห์แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตได้ข้อเสนอแนะและข้อควรปรับปรุงในชั้นที่ 1 ขึ้นกำหนดสถานการณ์ ดังนี้

1. การเลือกบริบทไม่ควรเลือกบริบทที่มีความซับซ้อนจนเกินไปเนื่องจากนักเรียนอาจจะเชื่อมโยงไปถึงเนื้อหาไม่ได้
2. การนำเสนอสถานการณ์อาจจะใช้เป็นคลิปวิดีโอแทนบทความเพื่อนำเสนอให้นักเรียนได้เห็นสภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้นและจะทำให้ครูผู้สอนสามารถเลือกสถานการณ์ได้อย่างหลากหลายมากขึ้น เพราะวิดีโอจะทำให้นักเรียนเข้าใจในสถานการณ์ในหลากหลายแง่มุมมากกว่าการอ่านจากบทความ
3. ครูผู้สอนอาจจะแจกใบกิจกรรม ถึงวิดีโอ บทความ หรือสื่ออื่นๆ ที่ใช้ประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ศึกษาล่วงหน้าเพื่อประหยัดเวลาในการดำเนินกิจกรรมให้ เป็นไปตามกำหนด
4. ในวงจรแรกของการจัดกิจกรรมควรจะต้องแจ้งขั้นตอนการสอนแก่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนไม่เกิดความสับสน
5. การระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ของนักเรียน ครูผู้สอนควรแจ้งแก่นักเรียนว่าให้ระบุประเด็นปัญหาที่นักเรียนคิดว่าอาจจะเกิดขึ้นได้ โดยให้ระบุให้ได้มากที่สุดและไม่ควรสอบถามกันเพื่อฝึกให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่ต้องการตรวจสอบและฝึกให้นักเรียนแยกแยะว่าปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นพฤติกรรมบ่งชี้ในสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติงาน

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้ร่วมกันระดมความคิดโดยแบ่งเป็นกลุ่มเพื่อเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบประเด็นปัญหาที่ได้เลือกไว้ ออกแบบการสำรวจตรวจสอบประเด็นปัญหานั้นๆ ลงมือตรวจสอบปัญหาผ่านโปรแกรมจำลองห้องปฏิบัติการทางเคมี แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนและสื่อสังคมออนไลน์และบันทึกผลตามที่ได้ออกแบบไว้

เทคโนโลยีที่ผู้วิจัยได้เลือกใช้ในขั้นนี้ ได้แก่

- 1) แอปพลิเคชัน Color Name (ระบบ iOS) หรือ Color Grab (ระบบ Android) เป็นแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนที่ใช้ตรวจวัดค่าความเข้มของสีที่ปรากฏบนภาพถ่าย ได้ข้อมูลเป็นตัวเลข 3 ชุด ได้แก่ ค่าสีแดง (R), ค่าสีเขียว (G), และค่าสีฟ้า (B) ข้อมูลที่ได้จะมีความละเอียดกว่าการใช้กระดาษลิทมัสที่สังเกตผลจากการเปลี่ยนสีเท่านั้น หากตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชไม่มากจะสังเกตผลการตรวจสอบได้ยาก ผู้วิจัยเลือกใช้แอปพลิเคชันนี้เนื่องจากสภาพบริบทของโรงเรียนที่จำนวนอุปกรณ์ไม่เพียงพอและขาดแคลนอุปกรณ์และสารเคมีบางชนิด โดยการใช้แอปพลิเคชันนี้จะช่วยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง การลงมือปฏิบัติด้วยตนเองจะมีส่วนช่วยให้

นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการอ่านใบความรู้หรือการสาธิตการทดลอง (สถาพร พฤษภูมิกุล (2558) อ้างถึงใน วารินทร์พร พันธุ์พองฟู (2562), หน้า 137)

2) โปรแกรม Microsoft Excel หรือ แอปพลิเคชัน StanXY เทคโนโลยีในข้อนี้ ใช้สำหรับการแปลงข้อมูลในรูปแบบชุดตัวเลขเป็นตารางหรือกราฟความสัมพันธ์ การใช้โปรแกรม หรือแอปพลิเคชันนี้จะสามารถประหยัดเวลาในการแปลงข้อมูลเพื่อนำเสนอเนื่องจากสามารถ จัดทำได้อย่างรวดเร็วและลดความผิดพลาดจากการวาดกราฟด้วยมือ อีกทั้งนักเรียนจะได้พัฒนา สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยเพราะในโปรแกรม Microsoft Excel สามารถแปลงข้อมูลชุดตัวเลขเป็นกราฟในลักษณะต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย

จากการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า ในขณะที่ผู้วิจัยสาธิตวิธีการใช้ แอปพลิเคชัน นักเรียนค่อนข้างสับสนกับแอปพลิเคชันที่ได้กำหนดไว้เนื่องจากว่านักเรียนไม่เคยได้ ทดลองใช้มาก่อน ซึ่งระหว่างการสอนใช้งานแอปพลิเคชัน Color Grab นักเรียนมีคำถามว่า

“...ค่า RGB คือค่าอะไรคะครู” (S20, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

“...จะเข้าไปดูค่าสี กตตรงไหนคะ” (S13, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

“...ถ่ายรูปไว้ได้ไหมครับ” (S10, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

ผู้วิจัยได้ชี้แจงกับนักเรียนทุกคนดังนี้ ค่า RGB คือค่าของสี โดยตัวอาร์หมายถึง ค่าสีแดง ตัวจีหมายถึงค่าสีเขียว และตัวบีหมายถึงค่าสีฟ้า วิธีการดูค่าสีให้นำโทรศัพท์มือถือไปส่อง ในบริเวณที่ต้องการหรือถ่ายเป็นรูปภาพเพื่อนำมาวิเคราะห์ค่า RGB ในภายหลัง เมื่อได้รูปภาพ แล้วให้แตะไปที่หน้าจอบริเวณที่ต้องการจะปรากฏค่า RGB ในบริเวณขอบด้านบนของจอโทรศัพท์ สังเกตเห็นว่านักเรียนบางส่วนที่สามารถใช้งานแอปพลิเคชันได้อย่างคล่องแคล่วและเมื่อสอน วิธีการนำค่า RGB มาสร้างเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า RGB และค่าพีเอช ด้วยแอป พลิเคชัน StanXY หรือโปรแกรม Microsoft Excel นักเรียนมีความสับสนกับการใช้งานด้วย โปรแกรม Microsoft Excel มากกว่าแอปพลิเคชัน StanXY เนื่องจากโปรแกรมมีความซับซ้อนและ หลายขั้นตอนมากกว่า แต่ก็มีนักเรียนบางส่วนที่สามารถแปลงข้อมูลชุดตัวเลขของค่าสีมาตรฐาน เป็นกราฟได้อย่างถูกต้องและสามารถสร้างกราฟในลักษณะกราฟเส้นและกราฟแบบจุด เมื่อผู้วิจัย สาธิตวิธีการใช้แอปพลิเคชันและโปรแกรมเรียบร้อยแล้วจึงได้เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม

“...แอมฯ พวกนี้จะนำไปวัดค่าพีเอชยังไงครับ” (S2, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

ผู้วิจัยจึงได้ชี้แจงการนำกราฟที่สร้างจากข้อมูลที่วัดจากแผ่นยูนิเวอร์ซัลไปใช้ในการ หาค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำตัวอย่าง จากนั้นจึงให้นักเรียนออกแบบวิธีการตรวจสอบค่าพีเอช ของน้ำตัวอย่างโดยให้ร่วมกันออกแบบวิธีการตรวจสอบและตารางบันทึกข้อมูลเป็นกลุ่มโดยวิธีการ

ตรวจสอบจะใช้แอปพลิเคชันหรือโปรแกรมที่ได้สาธิตไปด้วย จากการสังเกตการทำงานภายในกลุ่มนักเรียนยังมีการถกเถียงกันภายในกลุ่มบางประเด็น

“...ต้องบันทึกอะไรบ้าง เริ่มจากตรงไหนก่อนดี” (SG1, 9 กุมภาพันธ์ 2564)

“...ครูคะ หนูหาวิธีในเน็ตได้ไหมคะ” (SG4, 9 กุมภาพันธ์ 2564)

เมื่อสังเกตการทำงานกลุ่มแล้วพบว่านักเรียนยังไม่สามารถเขียนขั้นตอนการตรวจสอบได้ จึงได้อนุญาตให้นักเรียนใช้โทรศัพท์ในการสืบค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักการเก็บตัวอย่างน้ำและขั้นตอนการตรวจสอบค่าพีเอชของน้ำ เมื่อนักเรียนตัวแทนกลุ่มนำเสนอวิธีการตรวจสอบและตารางบันทึกข้อมูลที่ได้ออกแบบมาครบทุกกลุ่มแล้ว ผู้วิจัยได้ถามนักเรียนว่านักเรียนคิดว่าวิธีการของกลุ่มนักเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ จะสามารถตรวจสอบค่าพีเอชของน้ำได้ดีหรือไม่และหากต้องการปรับแก้ นักเรียนจะปรับแก้อย่างไรโดยวิธีการส่วนใหญ่ของนักเรียนจะมีความคล้ายคลึงกันจึงไม่มีนักเรียนกลุ่มใดปรับแก้และคาดว่าวิธีการที่ออกแบบนั้นสามารถตรวจสอบค่าพีเอชของน้ำได้จึงได้ให้นักเรียนแบ่งผู้รับผิดชอบในการเก็บตัวอย่างน้ำมาเพื่อดำเนินการตรวจสอบในชั่วโมงถัดไปและให้นักเรียนบันทึกขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำเป็นวิดีโอเพื่อนำเสนอการลงพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำด้วยและให้นักเรียนแจ้งอีเมลเพื่อนำมาเตรียมการสำหรับการดำเนินกิจกรรมวงจรปฏิบัติถัดไป

การจัดกิจกรรมในขั้นที่ 2 ผู้วิจัยกำหนดระยะเวลาดำเนินกิจกรรม 120 นาที แต่เนื่องจากการใช้งานแอปพลิเคชันและโปรแกรมเป็นสิ่งที่นักเรียนไม่คุ้นเคยดังนั้นจึงใช้เวลาในการสาธิตวิธีการใช้งานค่อนข้างมากและนักเรียนยังคงมีความสับสนแต่เนื่องจากเวลาจำกัดผู้วิจัยจึงได้รวบรวมขั้นตอนเพื่อให้ทันกับระยะเวลา ครูผู้ร่วมสังเกตได้ให้ข้อเสนอแนะกับผู้วิจัยว่าควรจะทำคู่มือสอนการใช้งานแอปพลิเคชันเตรียมไว้ล่วงหน้าและส่งให้นักเรียนศึกษาในเวลาเรียนซึ่งผู้วิจัยมีความคิดเห็นเช่นเดียวกับครูผู้ร่วมสังเกต เนื่องจากนักเรียนบางส่วนยังไม่เข้าใจหลักการใช้งานแอปพลิเคชันหรือโปรแกรมที่นำมาอาจจะเป็นเพราะนักเรียนยังไม่คุ้นเคย ดังนั้นจึงควรเพิ่มเติมวิธีการใช้งานซึ่งสามารถทำได้หลายลักษณะ อาทิ คู่มือ วิดีโอการสอนใช้งาน เป็นต้น จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน เห็นได้ว่านักเรียนมีความสนใจขณะสาธิตวิธีการใช้งานแอปพลิเคชันและโปรแกรมค่อนข้างมาก ซึ่งเป็นการดีที่จะกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มากขึ้น ข้อเสนอแนะของผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกต แสดงได้ดังนี้

“...ควรทำวิธีการใช้งานแอปฯ ให้เด็กเตรียมตัวมาก่อนหรือมาดูย้อนหลังได้ถ้าลืมหรือทำเป็นชุดตัวอย่างให้ได้ลองใช้ก่อนจะนำไปใช้กับตัวอย่างจริง” (ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

“...นักเรียนไม่ค่อยเข้าใจ น่าจะสอนเพิ่มเติมนอกเวลา อัดวิดีโอหรือทำเป็น อินโฟฯ ให้ไปดูเพิ่มเติม นักเรียนส่วนใหญ่สนใจดี และทำกราฟจากข้อมูลได้หลายแบบ” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

ในส่วนกิจกรรมการออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผล จากการสังเกตการทำงานภายในกลุ่มพบว่า วิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำและตารางบันทึกผลที่นักเรียนออกแบบลงในใบกิจกรรมนั้นมีขั้นตอนและรูปแบบการบันทึกข้อมูลที่คล้ายคลึงกัน อาจจะเป็นผลจากการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลเดียวกันและไม่ได้ประเมินถึงความน่าเชื่อถือของแหล่งที่มาของข้อมูลและความสอดคล้องกับข้อมูลที่บันทึก ในขั้นการออกแบบนักเรียนใช้เวลานานและมีบางกลุ่มที่ปรึกษากัน จากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนอาจจะยังไม่คุ้นเคยกับการออกแบบขั้นตอนการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลองด้วยตนเองเนื่องจากในการเรียนการสอนที่ผ่านมา นักเรียนจะได้บันทึกข้อมูลผลการทดลองตามรูปแบบที่ปรากฏในหนังสือเรียน ไม่ได้คิดด้วยตนเองและการลงมือปฏิบัติอาจจะน้อยครั้งจึงทำให้นักเรียนยังขาดทักษะส่วนนี้ ซึ่งในประเด็นนี้ครูผู้ร่วมสังเกตไม่มีบันทึกเพิ่มเติม สำหรับผู้วิจัยได้ให้ความเห็นเพิ่มเติมดังนี้

“...อาจจะให้เขียนวิธีทดลองเป็นแผนภาพลากเส้นง่ายๆ แทนการเขียนเป็นข้อ” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 9 กุมภาพันธ์ 2564)

ช่วงท้ายชั่วโมงของวันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2564 ผู้วิจัยได้แจ้งให้แต่ละกลุ่มคัดเลือกผู้รับผิดชอบเก็บตัวอย่างน้ำ โดยผู้วิจัยได้ให้นักเรียนบันทึกวิดีโอขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำส่งทางแอปพลิเคชันเฟสบุ๊คซึ่งทุกกลุ่มดำเนินการแล้วเสร็จภายในวันที่ผู้วิจัยได้มอบหมาย จากคลิปวิดีโอที่นักเรียนบันทึกส่งจะมีทั้งกลุ่มที่เก็บตัวอย่างน้ำได้อย่างถูกต้องและกลุ่มที่เก็บตัวอย่างน้ำได้ไม่ถูกต้องตามหลักการ ซึ่งแหล่งน้ำที่นักเรียนดำเนินการ ได้แก่ คลองใกล้บ้าน โองน้ำ เป็นต้น จากการตรวจสอบวิดีโอที่นักเรียนส่งมาพบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มมีการออกแบบการนำเสนอวิธีการเก็บตัวอย่างที่แตกต่างกัน ซึ่งการนำเสนอผ่านการบันทึกเป็นวิดีโอจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมหนึ่งในสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะการบันทึกเป็นวิดีโอจะทำให้นักเรียนเห็นถึงสภาพจริงของกระบวนการในการดำเนินการตรวจสอบ

ของเพื่อนกลุ่มอื่นในทุกชั้นตอนซึ่งมีความชัดเจนกว่า ทำให้นักเรียนสามารถประเมินวิธีการตรวจสอบได้อย่างถูกต้องมากขึ้น



ภาพ 10 แสดงการนำเสนอวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำมาตรวจสอบค่าพีเอช

จากการวิเคราะห์แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกต ได้ข้อเสนอแนะและข้อควรปรับปรุงในขั้นที่ 2 ชั้นลงมือปฏิบัติ ดังนี้

1. การใช้เทคโนโลยีใดๆ ทั้งแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนและโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ที่นักเรียนไม่เคยใช้งานมาก่อน ผู้สอนควรจัดทำคู่มือการใช้งานในรูปแบบต่างๆ อาทิ วิดีโอสอนใช้งาน อินโฟกราฟิกอธิบายวิธีใช้ หรือเป็นคู่มือการใช้งาน แจกให้กับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาก่อนเริ่มปฏิบัติกิจกรรม

2. ในขั้นตอนการออกแบบวิธีการตรวจสอบปัญหา ครูผู้สอนควรแนะนำนักเรียนให้ตรวจสอบแหล่งที่มาของข้อมูลที่นักเรียนสืบค้นและให้นักเรียนวิเคราะห์เพื่อสรุปเป็นแนวทางในการตรวจสอบของกลุ่มตนเองหรือให้นักเรียนได้ร่วมกันออกแบบวิธีตรวจสอบปัญหาผ่านเว็บไซต์แบบออนไลน์เพื่อให้ทุกคนได้มีส่วนร่วมกับการแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม

3. การออกแบบวิธีการตรวจสอบปัญหา ครูผู้สอนควรที่จะชี้แนะนักเรียนว่าอาจจะเขียนเป็นแผนภาพเชื่อมโยงระหว่างขั้นตอนแทนที่การเขียนเป็นข้อความซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจได้ง่ายและใช้เวลาน้อยกว่า

ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ

ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้แนวคิดสำคัญผ่านการทำกิจกรรม การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ผลการตรวจสอบ ร่วมกันออกแบบลักษณะการนำเสนอผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์และอภิปรายผลการตรวจสอบร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ประเมินวิธีการทดลองของกลุ่มตนเองและกลุ่มของเพื่อนว่าวิธีการที่ได้ออกแบบนั้นมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร และครูผู้สอนอธิบายเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนไม่ได้กล่าวถึงเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

เทคโนโลยีที่ผู้วิจัยได้เลือกใช้ในครั้งนี้ ได้แก่ แอปพลิเคชัน Color Name หรือ Color Grab และโปรแกรม Microsoft Excel หรือแอปพลิเคชัน StanXY

การสังเกตนักเรียนในระหว่างดำเนินกิจกรรมพบว่า มีนักเรียนบางกลุ่มที่ลืมนำตัวอย่างน้ำมา ผู้วิจัยจึงได้แจ้งให้นักเรียนแบ่งตัวอย่างน้ำจากกลุ่มเพื่อนข้างเคียงเพื่อดำเนินการตรวจสอบด้วยวิธีการตรวจสอบของกลุ่มตนเอง และบันทึกผลที่วัดได้ลงในตารางที่ออกแบบไว้ ผู้วิจัยได้แจกแผ่นยูนีเวอร์ซิลอินดิเคเตอร์ให้กับนักเรียนทุกกลุ่ม ระหว่างการทดลองได้สังเกตพบว่านักเรียนบางกลุ่มวัดค่าความเข้มข้นของสีเพียงครั้งเดียวและบันทึกข้อมูล ในขณะที่บางกลุ่มทำซ้ำ 2 - 3 ครั้ง ซึ่งเมื่อนักเรียนทำการทดลองจนเสร็จทุกกลุ่ม ผู้วิจัยจึงได้มอบหมายให้ไปออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลลงในกระดาษแผ่นใหญ่โดยพร้อมนำเสนอผลการตรวจสอบทุกกลุ่มในชั่วโมงถัดไป หลังจากนำเสนอเสร็จสิ้นได้ถามนักเรียนว่า นักเรียนมั่นใจได้อย่างไรว่าผลการตรวจสอบของนักเรียนถูกต้อง ไม่มีนักเรียนคนใดตอบคำถาม ผู้วิจัยจึงใช้คำถามใหม่เพื่อเจาะจงบางประเด็น โดยชี้ให้นักเรียนสังเกตตารางบันทึกข้อมูลของเพื่อน 2 กลุ่ม ระหว่างกลุ่มที่ทำการทดลองครั้งเดียวกับกลุ่มที่ทดลองซ้ำหลายครั้งแล้วจึงถามนักเรียนว่าทำไมจึงวัดครั้งเดียวหรือทำไมนักเรียนจึงวัดซ้ำ 2 - 3 ครั้ง

"...วัดครั้งเดียวก็ได้ค่าแล้วครับครู ไม่เห็นต้องวัดหลายรอบ" (S15 , 11 กุมภาพันธ์ 2564)

"...ก็ถ้าวัดหลายครั้งแล้วค่ามันพอๆ กันก็แปลว่าหนูวัดถูกแล้วค่ะ" (S11 , 11 กุมภาพันธ์ 2564)

จากคำตอบของนักเรียนข้างต้น ผู้วิจัยจึงถามกับนักเรียนคนอื่นๆ ว่านักเรียนคิดว่าวิธีการของกลุ่มใดน่าเชื่อถือกว่ากัน ซึ่งนักเรียนตอบกลุ่มที่วัดหลายครั้งมีความน่าเชื่อถือกว่า โดยให้เหตุผลไปในทิศทางเดียวกัน คือ เมื่อวัดค่าความเข้มข้นหลายครั้งแล้วค่าที่ได้เท่าเดิมหรือมีความเข้มข้นใกล้เคียงกันแสดงว่าค่าที่วัดได้จากแอปพลิเคชันไม่มีความคลาดเคลื่อน ผู้วิจัยได้อธิบายเพิ่มเติมว่า การทดลองที่ทำซ้ำแล้ววัดค่าออกมาได้เท่ากันหรือได้ประมาณเท่าเดิมในการทดลองทุกครั้ง เรียกว่า ความเที่ยง ในการนำเสนอผลการตรวจสอบของนักเรียนทุกกลุ่มพบว่านักเรียนแปลงข้อมูลที่ตรวจสอบได้เป็นรูปแบบตารางและกราฟความสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้องตรงตามค่าที่นักเรียนวัดได้

นักเรียนทุกกลุ่มสามารถอธิบายผลการทดลองของตนเองได้และส่วนใหญ่สามารถอธิบายถึงเหตุผลประกอบการสรุปผลของกลุ่มตนเองได้ ตัวอย่างเหตุผลของนักเรียน เช่น

"...น้ำในโถงน้ำฝนหน้าบ้านวัดค่าสีฟ้าออกมาได้ประมาณ 112 พอเอาไปเทียบในกราฟได้ค่าพีเอชประมาณ 6.2 แสดงว่าน้ำเป็นกรด" (SG4 , 16 กุมภาพันธ์ 2564)

ซึ่งเหตุผลของนักเรียนถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงแนะนำปรับแก้การอภิปรายผลการทดลองควรอธิบายเชื่อมโยงถึงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชและค่าความเข้มข้นของสีว่านักเรียนเลือกใช้ข้อมูลในช่วงใดเป็นตัวอ้างอิงและเพราะเหตุใดจึงเลือกใช้กราฟความสัมพันธ์ในช่วงนั้น โดยวิธีการนี้จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์รวมถึงการลงข้อสรุปด้วย ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้เป็นพฤติกรรมที่แสดงถึงสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 3 ชั้นตอนนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเองตามทีออกแบบมา โดยไม่ได้ทบทวนเนื้อหาในช่วงที่ผ่านมาทำให้การดำเนินการค่อนข้างช้าในช่วงแรกและกว่าจะแล้วเสร็จทุกกลุ่มใช้เวลานานเพราะนักเรียนมาสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมขณะตรวจสอบปัญหา ผู้วิจัยกำหนดระยะเวลาการดำเนินกิจกรรมทั้งหมด 120 นาที ซึ่งการจัดกิจกรรมใช้เวลาในช่วงเรียนครบ 120 นาทีและในท้ายชั่วโมงแรกหลังจากดำเนินการตรวจสอบเสร็จ

เรียบง่าย ผู้วิจัยได้มอบหมายให้แต่ละกลุ่มกลับไปออกแบบวิธีการนำเสนอผลการทดลอง และนำเสนอในชั่วโมงถัดไปโดยครูผู้ร่วมสังเกตได้ให้คำแนะนำว่า ครูผู้สอนควรเกริ่นนำถึงชั่วโมงที่ผ่านมาเพื่อเป็นการทบทวนความจำให้กับนักเรียน และในขั้นตอนการสร้างกราฟค่ามาตรฐาน ครูอาจจะเตรียมมาให้ให้นักเรียนได้ใช้ในการแทนค่าเลยเพื่อประหยัดเวลา แสดงคำแนะนำของครูผู้ร่วมสังเกตได้ดังนี้

“...ควรจะเกริ่นถึงค่าที่แล้วเพื่อทวนเพราะเด็กจำไม่ได้แต่กิจกรรมก็สามารถดึงความสนใจไว้ได้ดี แอปฯ ที่เลือกมาใช้ก็ค่อนข้างมีประโยชน์สามารถใช้แทนเครื่องมือที่โรงเรียนไม่มีได้แต่ยุ่งยากในการทำงานหรือหาแอปฯ ใหม่ที่ใช้ได้ง่ายกว่านี้” (ครูผู้ร่วมสังเกต , 16 กุมภาพันธ์ 2564)

ซึ่งผู้วิจัยมีข้อคิดเห็นเช่นเดียวกับครูผู้ร่วมสังเกตในประเด็นเรื่องการใช้แอปพลิเคชันและโปรแกรมมาทดแทนการใช้เครื่องมือที่ขาดไป แอปพลิเคชันที่ได้เลือกมาใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้มีความสลับซับซ้อนมากและมีความยุ่งยากเกินความจำเป็นในการใช้ตรวจสอบค่าพีเอชของน้ำ ดังนั้นเกณฑ์การเลือกใช้แอปพลิเคชันหรือโปรแกรมควรจะเลือกโดยเพิ่มเกณฑ์ความง่ายของการใช้งานของนักเรียนเข้าไปพิจารณาเพิ่มเติมด้วยและการทดลองด้วยแอปพลิเคชันตรวจวัดค่าความเข้มข้นของสีจะมีปัจจัยที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ง่าย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้รับคำแนะนำว่า ควรแจ้งกับนักเรียนถึงปัจจัยอื่นๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อผลการวิจัยเพื่อให้นักเรียนได้ควบคุมสาเหตุดังกล่าวป้องกันไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนของชุดข้อมูลซึ่งผู้วิจัยมีความคิดเห็นตรงกันในประเด็นการควบคุมปัจจัยอื่นๆ ที่อาจจะส่งผลกระทบต่อ การทดลอง แสดงคำแนะนำได้ดังนี้

“...ควรบอกเด็กด้วยว่าจะต้องควบคุมอะไรเพื่อลด error ที่อาจจะเกิดขึ้น” (ครูผู้ร่วมสังเกต , 16 กุมภาพันธ์ 2564)

“...เปลี่ยนเป็นถ้วยรูปเก็บไว้ค่อยไปวัดทีหลัง เพราะค่าความเข้มข้นของสีโดนรบกวนจากแสงแดด สว่างมาก → สีจาง , มีด → สีเข้ม” (ผู้วิจัย, 16 กุมภาพันธ์ 2563)

จากผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ในขั้นตอนที่ 3 ชั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ ได้ข้อควรปรับปรุงและแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรถัดไปดังนี้

1. ก่อนเริ่มกิจกรรมครูผู้สอนควรทบทวนกิจกรรมในช่วงที่ผ่านมาเพื่อทบทวนให้นักเรียนได้เข้าใจและให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลระหว่างการทำกิจกรรมน้อยที่สุดเพื่อประหยัดเวลา

2. ครูผู้สอนควรชี้แจงเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ที่นักเรียนควรควบคุมเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของผลการตรวจสอบจากแอปพลิเคชัน

3. เกณฑ์การพิจารณาเลือกแอปพลิเคชันและโปรแกรมเพื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมควรเลือกแอปพลิเคชันที่มีความไม่ซับซ้อนในการใช้งานและสามารถนำมาใช้ได้ถูกต้องและสอดคล้องกับเนื้อหา

ขั้นที่ 4 ชื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

ในขั้นนี้ครูผู้สอนนำเสนอสถานการณ์หรือบริบทใหม่ที่มีความคล้ายคลึงกันและให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการนำความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าวซึ่งจะช่วยให้เห็นถึงความสำคัญของสิ่งที่ได้เรียนรู้

ในการดำเนินกิจกรรมในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ใหม่เรื่องอาหารกับโรคกระเพาะและตารางแสดงค่าพีเอชของวัตถุดิบประกอบอาหารประเภทต่างๆ ผ่านแอปพลิเคชันเฟสบุ๊คในกลุ่มของรายวิชาและได้ตั้งประเด็นคำถามดังนี้

1. จากตารางแสดงค่าพีเอชของวัตถุดิบ ผู้ป่วยโรคกระเพาะควรหลีกเลี่ยงการบริโภควัตถุดิบประเภทใด เพราะเหตุใด

2. หากนักเรียนเป็นนักโภชนาการในโรงพยาบาลที่ได้รับมอบหมายให้จัดมื้ออาหารให้เหมาะสมกับผู้ป่วยโรคกระเพาะเรื้อรัง นักเรียนจะมีแนวทางการปรับมื้ออาหารอย่างไร เพราะเหตุใด

โดยผู้วิจัยไม่ได้กำหนดรูปแบบในการนำเสนอคำตอบของนักเรียนเพื่อเปิดอิสระให้นักเรียนออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลอย่างอิสระขึ้นอยู่กับวิธีการของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งผู้วิจัยได้โพสต์สถานการณ์และคำถามในวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2564 และนักเรียนเริ่มตอบคำถามโดยส่วนใหญ่นักเรียนจะพิมพ์เป็นข้อความตอบกลับ มีบางส่วนที่เขียนลงในสมุดและถ่ายรูปเพื่อตอบกลับในโพสต์ และมีนักเรียน 2 คนที่ไม่ได้ตอบคำถามเมื่อผ่านไป 1 วัน

การจัดกิจกรรมในขั้นนี้กำหนดระยะเวลา 1 - 2 วัน (ตั้งแต่วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2564 - 18 กุมภาพันธ์ 2564) ก่อนเริ่มกิจกรรมในช่วงนี้ พบว่านักเรียนมีการนำเสนอในรูปแบบตายตัวคือการพิมพ์ข้อความหรือเขียนลงสมุดและถ่ายรูป ยังไม่มีการนำเสนอด้วยวิธีที่แปลกใหม่ ผู้วิจัยได้นำกิจกรรมในกลุ่มเฟสบุ๊คให้ครูผู้ร่วมสังเกตดูในช่วงพัก จึงได้รับคำแนะนำว่าการตอบกลับคำถามในลักษณะการพิมพ์ตอบหรือเขียนตอบนั้นอาจจะไม่สามารถประเมินผลนักเรียนได้เท่าที่ควรเพราะนักเรียนอาจจะสืบค้นข้อมูลและคัดลอกมาจากแหล่งอื่นๆ ซึ่งผู้วิจัยอาจจะปรับเปลี่ยนใหม่โดยใช้โปรแกรมออนไลน์ในลักษณะการประชุมเพื่อซักถามนักเรียนโดยตรง หากเวลาในการจัดกิจกรรมไม่เพียงพอ

ซึ่งผู้วิจัยมีความคิดเห็นตรงกับครูผู้ร่วมสังเกต เนื่องจากการวิเคราะห์ข้อความที่นักเรียนบางคนพิมพ์ตอบมาสามารถนำไปสืบค้นจากอินเทอร์เน็ตได้อย่างตรงตัว เห็นได้ชัดว่านักเรียนไม่ได้เกิดการคิดวิเคราะห์คำตอบด้วยตนเอง ความคิดเห็นของผู้วิจัยและครูผู้สังเกตแสดงได้ดังนี้

“...เด็กอาจจะก๊อปปี้ข้อความมาจากเว็บไม่ได้คิดเอง น่าจะเปลี่ยนเป็นกิจกรรมในห้องแทนหรือนัดออนไลน์นอกรอบเหมือนตอนโรงเรียนปิดช่วงโควิด” (ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 18 กุมภาพันธ์ 2564)

“...นักเรียนบางคนคัดลอกมาจากบทความอาจจะเปลี่ยนเป็นการอัดคลิปวิดีโอหรือนัดออนไลน์หรือจัดกิจกรรมในห้องนอกเวลาเรียน เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 18 กุมภาพันธ์ 2564)

จากผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ในชั้นตอนที่ 4 ชี้้นำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ได้ข้อควรปรับปรุงและแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรถัดไปดังนี้

1. ครูผู้สอนควรกำหนดรูปแบบการนำเสนอซึ่งอาจจะใช้วิธีการบันทึกเป็นวิดีโอสั้นๆ เพื่อให้ให้นักเรียนได้พัฒนาการอธิบายประกอบเหตุผลซึ่งเป็นพฤติกรรมที่พึงซึ่งถึงสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

2. เมื่อนักเรียนได้นำเสนอครบแล้วครูผู้สอนควรนัดนักเรียนนอกรอบโดยจัดกิจกรรมในห้องเรียนหรือประชุมออนไลน์ผ่านแอปพลิเคชันหรือโปรแกรมแพลตฟอร์มออนไลน์ เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายสิ่งที่เพื่อนได้นำเสนอและลงข้อสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในกิจกรรมนี้

1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อินดิเคเตอร์

1.2.1 การวางแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ดำเนินการปฏิบัติตามข้อเสนอแนะที่ได้รับการสะท้อนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในแต่ละชั้นรายละเอียดดังนี้

ชั้นที่ 1 ชั้นกำหนดสถานการณ์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อินดิเคเตอร์ โดยในชั้นนี้ได้เพิ่มขั้นตอนการชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ก่อนเริ่มการจัดกิจกรรมพร้อมทั้งอธิบายโดยสังเขปถึงขั้นตอนของลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี ว่ามีทั้งหมดกี่ชั้น แต่ละชั้นมีลักษณะเป็นอย่างไรและเทคโนโลยีที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้มีอะไรบ้างและมีประโยชน์ต่อนักเรียนอย่างไรและในขั้นตอนการระบุประเด็นปัญหาได้เพิ่มการชี้แนะแก่นักเรียนว่า ควรระบุประเด็นปัญหาทั้งหมดที่นักเรียนคาดว่าจะเกิดขึ้นในสถานการณ์ที่นำเสนอ และไม่ควรคัดลอกกับเพื่อนข้างเคียง

ชั้นที่ 2 ชั้นลงมือปฏิบัติงาน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดทำใบความรู้เกี่ยวกับอินดิเคเตอร์ธรรมชาติเพิ่มเติม พร้อมลิงก์เว็บไซต์สอนวิธีการใช้งานโปรแกรม Crocodile Chemistry และเว็บไซต์แคนวาแจกให้นักเรียนนำไปศึกษาล่วงหน้าในวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2564 เพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ในวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2564 และผู้วิจัยได้สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการตรวจสอบสภาพความเป็นกรดเบสของดินอย่างง่าย โดยวิธีการตรวจสอบในห้องปฏิบัติการ และการตรวจสอบภาคสนามที่ใช้อินดิเคเตอร์ธรรมชาติในการสังเกตการเปลี่ยนสี เนื่องจากการใช้งานแอปพลิเคชันในการตรวจวัดความเป็นกรด-เบสของดินอาจจะยุ่งยากและไม่มีความจำเป็นสำหรับเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ จึงได้ปรับเปลี่ยนจากการตรวจวัดด้วยแอปพลิเคชันเหมือนวงจรปฏิบัติการที่ 1 ออกและใช้อินดิเคเตอร์ธรรมชาติแทน ซึ่งเพียงพอสำหรับการสังเกตการเปลี่ยนสีและเชื่อมโยงไปถึงความรู้เกี่ยวกับความเป็นกรด-เบสของดิน ผู้วิจัยได้ปรับเปลี่ยนใบกิจกรรมในส่วนของกรอกแบบวิธีการตรวจสอบคุณภาพดิน โดยการกำหนดหัวข้อย่อยให้นักเรียนเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจของนักเรียนและได้นำขั้นตอนการใช้แอปพลิเคชันออก ได้เพิ่มคำชี้แจงในการกรอกแบบวิธีการตรวจสอบว่า นักเรียนสามารถกรอกแบบวิธีการตรวจสอบในรูปแบบอื่นๆ นอกเหนือจากการเขียนเป็นขั้นตอนได้ เนื่องจากในวงจรปฏิบัติการที่ผ่านมานักเรียนใช้เวลาค่อนข้างมากในการลำดับหัวข้อ

ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้เพิ่มเติมคำถามเกี่ยวกับข้อจำกัดของโปรแกรม Crocodile Chemistry ที่ใช้ และเพิ่มเติมประเด็นการอภิปรายร่วมกับนักเรียนขณะที่นักเรียนนำเสนอวิธีการตรวจสอบคุณภาพดิน เช่น มีตัวแปรใดบ้างที่นักเรียนจะต้องควบคุมขณะดำเนินการทดลอง เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่ตรวจสอบได้

ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

จากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผ่านการตอบคำถามในกลุ่มเฟสบุ๊ค ผู้วิจัยได้ปรับเปลี่ยนขั้นตอนการจัดกิจกรรม โดยการนำเสนอสถานการณ์ใหม่นั้นจะดำเนินการนำเสนอผ่านกลุ่มเฟสบุ๊คเช่นเดิมและได้กำหนดรูปแบบการตอบคำถามโดยให้นักเรียนนำเสนอผ่านเว็บไซต์แคนวาจากนั้นผู้วิจัยจะนัดเวลานอกชั่วโมงเรียนปกติเพื่อติดตามการทำงาน อภิปรายและประเมินผลการตรวจสอบคุณภาพของนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ผ่านการจัดกิจกรรมแบบออนไลน์โดยใช้แอปพลิเคชันซูม

1.2.2 การดำเนินการและการสังเกต

ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อินดิเคเตอร์ ที่แก้ไขตามข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่เสร็จเรียบร้อยแล้วมาจัดการเรียนรู้ในชั่วโมงเรียนปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์

ผู้วิจัยได้ชี้แจงลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีว่าแบ่งเป็น 4 ชั้นและมีลักษณะอย่างไรพร้อมแจ้งจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ในคาบนี้ว่ามีอะไรบ้างรวมถึงวิธีการใช้งานโปรแกรมที่นำมาบูรณาการกับกิจกรรมการเรียนรู้

เมื่อถึงคาบเรียน ผู้วิจัยได้ถามคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน ดังนี้

1. ครอบครัวของนักเรียนปลูกต้นไม้พืชอะไรบ้างและมีวิธีการดูแลอย่างไร
2. ปัจจัยใดที่นักเรียนคิดว่ามีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช

จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมในประเด็นเกี่ยวกับคุณภาพของดิน ลักษณะการละลายของแร่ธาตุภายในดินและให้เวลานักเรียนในการระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดในใบกิจกรรมที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยได้แจกใบกิจกรรมพร้อมลิงก์วิดีโอสถานการณ์ให้นักเรียนไปศึกษาล่วงหน้า และร่วมกับนักเรียนอภิปรายถึงประเด็นปัญหาที่จะเลือกมาดำเนินการตรวจสอบ

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีส่วนร่วมแสดงความ คิดเห็นเพิ่มมากขึ้น และนักเรียนให้ความสนใจในสถานการณ์ที่นำเสนอมากกว่าในวงจรปฏิบัติการ ที่ 1 ในการระบุปัญหาจากสถานการณ์ดินที่กำหนดในใบกิจกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้แจ้งกับนักเรียนว่าให้ นักเรียนระบุประเด็นปัญหาทุกประเด็นที่นักเรียนคาดว่าจะสามารถเกิดขึ้นได้ในสถานการณ์ที่ ผู้วิจัยนำเสนอและนำประเด็นปัญหาที่นักเรียนได้ระบุไว้ทั้งหมดแยกแยะว่าประเด็นใดจะสามารถ ตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาที่ สามารถตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องเป็นส่วนใหญ่และยังมีบางประเด็นที่ ยังแยกแยะได้ไม่ถูกต้อง ผู้วิจัยสังเกตการทำงานภายในกลุ่มพบว่านักเรียนยังคงถกเถียงกันใน ประเด็นปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเศรษฐกิจและการส่งออกของผลผลิตทางการเกษตรของประเทศไทย ซึ่งผู้วิจัยได้แนะนำกับนักเรียนว่า เรื่องรายได้และการส่งออกผลผลิตสามารถตรวจสอบได้แต่ไม่ ต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เพราะการตรวจสอบในเรื่องดังกล่าวสามารถกระทำได้ด้วยการสืบค้น ข้อมูลย้อนหลัง ซึ่งนักเรียนสรุปปัญหาที่จะนำมาอภิปรายร่วมกันในห้องเรียน ได้แก่ คุณภาพของ ดิน ผู้วิจัยได้ร่วมกับนักเรียนอภิปรายถึงสาเหตุต่างๆ ที่สามารถส่งผลกระทบต่อคุณภาพของดินให้มี คุณภาพที่ต่ำลงจนไม่สามารถปลูกพืชต่อได้ ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ดินเสื่อมโทรมมี 2 ปัจจัยหลักๆ ได้แก่ สาเหตุจากธรรมชาติร่วมกับฝีมือของมนุษย์ และการใช้ดินไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ซึ่งมีนักเรียน ได้ถามคำถามดังนี้

“...ถ้าไม่ใส่ปุ๋ยพืชก็ไม่งามสิครับครู” (S5 , 19 กุมภาพันธ์ 2564)

“...มันหิวมันจะไม่ใหญ่ นะคะ ชายได้ตั้งค่น้อย” (S20 , 19 กุมภาพันธ์ 2564)

ผู้วิจัยได้ชี้แนะให้นักเรียนเห็นถึงการใส่ปุ๋ยที่เป็นสารเคมีติดต่อกันเป็นเวลานาน โดยไม่มีการปรับเปลี่ยนว่าจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของดินในระยะยาวและได้เปิดคลิปวิดีโอสั้นๆ ให้นักเรียนได้ดูประกอบ ซึ่งนักเรียนมีความสนใจต่อคลิปวิดีโอค่อนข้างดีและมีความเข้าใจในเรื่อง การใส่ปุ๋ยมากขึ้น

จากนั้นผู้วิจัยสังเกตใบกิจกรรมของนักเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ระบุถึงสาเหตุ ได้ค่อนข้างครอบคลุมและแยกแยะประเด็นปัญหาได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะนำไปสู่ขั้นการลงมือ ปฏิบัติงานเพื่อตรวจสอบคุณภาพของดิน

จากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้พบว่า ภายหลังจากที่ผู้วิจัยได้อธิบายเพิ่มเติม เกี่ยวกับลักษณะและรูปแบบจากจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีว่ามี 4 ขั้นตอนและมีลักษณะเป็นอย่างไร สามารถทำให้การดำเนินกิจกรรมไหลลื่นไปได้ค่อนข้างไว และเมื่อได้อธิบายลักษณะของปัญหาที่สามารถตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับปัญหา

ทั่วๆ ไป พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุประเด็นปัญหาได้อย่างถูกต้องและหลากหลายมากขึ้นและครูผู้ร่วมสังเกตมีข้อเสนอแนะดังนี้ การสืบค้นหาวิดีโอเพื่ออธิบายให้นักเรียนได้ดูเพิ่มเติม อาจจะเป็นการชี้แนะประเด็นปัญหามากจนเกินไป ครูผู้สอนควรจะใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงไปยังขั้นถัดไป ทั้งเป็นคำถามให้นักเรียนเกิดความสงสัยและกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น เพื่อให้เกิดความสนใจในกิจกรรมเพิ่มขึ้น ข้อเสนอแนะจากผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตแสดงได้ดังนี้

“...ปรับปรุงใบงานได้ดีขึ้น มีความชัดเจน เรื่องกับวิดีโอที่ใช้ใกล้ตัวเด็กมากขึ้น การแจกเอกสารประกอบก่อนเริ่มเรียนถือว่าดีมาก ช่วยให้เด็กได้ศึกษาและเตรียมตัวให้พร้อมก่อนเริ่มกิจกรรมจริง” (ครูผู้ร่วมสังเกต, 19 กุมภาพันธ์ 2564)

“...นร. เตรียมตัวมาเกือบดี มีบางคนที่ไม่ได้เตรียมพร้อมและนร. สามารถระบุประเด็นปัญหาได้ใกล้กับเรื่องที่ต้องการจะนำเสนอ การทำกิจกรรมไหลลื่นเพราะเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวนร. ทำให้สามารถถกเถียงกันได้ดี” (ผู้วิจัย, 19 กุมภาพันธ์ 2564)

จากผลการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2 ในขั้นตอนที่ 1 ขึ้นกำหนดสถานการณ์ ผู้วิจัยได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. บริบทหรือสถานการณ์ที่นำเสนอควรนำเสนอในรูปแบบลิงก์วิดีโอพร้อมบทความในใบกิจกรรมจะให้นักเรียนสามารถเตรียมตัวมาล่วงหน้าเพื่อให้พร้อมสำหรับการทำกิจกรรมและช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนต่อสถานการณ์ที่นำเสนอได้ดี

2. บริบทหรือสถานการณ์ที่นำเสนอควรจะเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวนักเรียนหรือเป็นเหตุการณ์ที่อยู่ในความสนใจหรือเป็นเหตุการณ์ที่นักเรียนเคยมีประสบการณ์ร่วมมาแล้ว เพราะจะทำให้นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาได้อย่างหลากหลาย มีส่วนร่วมในการอภิปรายแยกแยะประเด็นปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ภายในกลุ่มได้อย่างถูกต้องและให้นักเรียนมีแนวทางในการสืบค้นข้อมูลได้ตรงประเด็นมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 ชั้นลงมือปฏิบัติงาน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดทำใบความรู้เพิ่มเติมเรื่องอินดิเคเตอร์ธรรมชาติและได้แทรกลิงก์เว็บไซต์และวิดีโอที่สอนวิธีการใช้งานโปรแกรมจำลองห้องปฏิบัติการทางเคมี Crocodile Chemistry เบื้องต้นและเว็บไซต์แคนวาวให้นักเรียนได้ศึกษาก่อนวันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับการใช้โปรแกรมฯ

เทคโนโลยีที่ผู้วิจัยได้เลือกมาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ ได้แก่

1. โปรแกรมจำลองห้องปฏิบัติการทางเคมี Crocodile Chemistry โปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมที่จะช่วยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองทางเคมีได้แม้ว่าจะขาดแคลนอุปกรณ์และสารเคมี โดยจะช่วยให้นักเรียนสามารถตรวจสอบการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงของอินดิเคเตอร์ต่อสารเคมีชนิดต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์นี้เป็นพฤติกรรมบ่งชี้หนึ่งในสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และภายในโปรแกรมยังมีอุปกรณ์ที่หลากหลายซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถเสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นไปอย่างอิสระพร้อมทั้งสามารถประเมินวิธีการที่น่าเสนอนั้นได้อีกทางหนึ่ง ดังนั้นการใช้โปรแกรมจำลองห้องปฏิบัติการทางเคมีจึงจะช่วยพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

2. เว็บไซต์แคนวาว เป็นเว็บไซต์สำหรับการจัดทำงานนำเสนอในหลากหลายรูปแบบ อาทิ สไลด์นำเสนอ อินโฟกราฟิก หรือป้ายนิเทศต่างๆ ซึ่งเว็บไซต์แคนวาวมีลูกเล่นที่หลากหลายสามารถจัดทำงานนำเสนอได้อย่างอิสระ อีกทั้งยังสามารถทำงานร่วมกันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้อีกด้วย ซึ่งการใช้เว็บไซต์แคนวาวจะให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มโดยไม่จำกัดสถานที่และเวลาการทำงาน ฉะนั้นการบูรณาการเว็บไซต์นี้เข้ากับการจัดการเรียนรู้จะช่วยพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ในพฤติกรรมบ่งชี้การแปลงข้อมูลในรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งที่แตกต่างกันได้

เมื่อถึงเวลาการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มและสาธิตวิธีการเลือกใช้สารละลายอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมกับสารละลาย โดยนำเสนอตัวอย่างอินดิเคเตอร์ที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีในรูปแบบอินโฟกราฟิกและสาธิตการทดลองผ่านโปรแกรม Crocodile Chemistry จากนั้นจึงได้แจกใบความรู้เรื่องอินดิเคเตอร์ธรรมชาติพร้อมทั้งเปิดวิดีโอเกี่ยวกับการตรวจสอบความเป็นกรด-เบสของดินด้วยอินดิเคเตอร์ธรรมชาติพร้อมทั้งให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมในอินเทอร์เน็ตและเริ่มออกแบบวิธีการตรวจสอบสภาพความเป็นกรด-เบส

ของดิน โดยผู้วิจัยได้กำหนดหัวข้อย่อยในการบันทึกวิธีการตรวจสอบให้กับนักเรียนและแจ้งนักเรียนว่าสามารถออกแบบวิธีการตรวจสอบในรูปแบบแผนภาพแทนการเขียนเป็นข้อความแสดงขั้นตอนได้ จากนั้นจึงให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการตรวจสอบที่ได้ออกแบบไว้ ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินถึงความน่าเชื่อถือของผลการทดสอบที่ได้จากวิธีการตรวจสอบที่ออกแบบและมอบหมายให้แต่ละกลุ่มเก็บตัวอย่างดินพร้อมทั้งตรวจสอบคุณภาพของดินตามวิธีการที่ได้ออกแบบมา

จากการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า การจัดทำคู่มือหรือเอกสารประกอบการใช้งานแอปพลิเคชันมีส่วนทำให้นักเรียนสนใจมากขึ้น เพราะนักเรียนสามารถเข้าใจได้อย่างรวดเร็วและด้วยโปรแกรม Crocodile Chemistry นักเรียนค่อนข้างมีความคุ้นชินเนื่องจากผู้วิจัยเคยใช้โปรแกรมร่วมกับการจัดการเรียนรู้มาก่อน ในระหว่างการสาธิตการเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมโดยใช้โปรแกรม Crocodile Chemistry พบว่านักเรียนให้ความสนใจมากและได้ร้องขอให้ผู้วิจัยดำเนินการปรับเปลี่ยนสารใหม่หลายครั้ง



ภาพ 11 แสดงหน้าจอโปรแกรมจำลองห้องปฏิบัติการเคมี Crocodile Chemistry เรื่อง อินดิเคเตอร์

ซึ่งผู้วิจัยได้ถามกลับว่า หากครูปรับเปลี่ยนความเข้มข้นเริ่มต้นของกรดและเบสก่อนนำมาผสมกัน นักเรียนคิดว่าอินดิเคเตอร์ที่เลือกอยู่มีความเหมาะสมและจะสามารถตรวจสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลายผสมได้ถูกต้องหรือไม่ โดยนักเรียนได้บอกให้ผู้วิจัยเปลี่ยน

อินดิเคเตอร์ พร้อมทั้งบอกอินดิเคเตอร์ที่คาดว่าจะสามารถใช้ตรวจสอบได้ถูกต้อง และผู้วิจัยได้ปรับเปลี่ยนการผสมสารละลายอีกหลายครั้ง ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เช่น

“...ถ้าครูเปลี่ยนไปใช้กรดตัวนั้น ครูจะต้องใช้เปลี่ยนไปด้วยนิเวอร์ชัลนะ มันผสมกันออกมาแล้วค่อนข้างกลางครับ” (S2, 19 กุมภาพันธ์ 2564)

“...อันนี้แก้กับอ่อนมันผสมกัน หนูคิดว่าค่าพีเอชน่าจะเอียงมาทางกรดมากกว่า ครูใช้ตัวนี้ก็น่าจะได้อะ” (S13, 19 กุมภาพันธ์ 2564)

จากข้อความข้างต้นจะพบว่านักเรียนมีความเข้าใจในการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ให้เหมาะสมกับสารละลายในระดับที่ดี ซึ่งการคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของสารผสมนี้เป็นพฤติกรรมบ่งชี้หนึ่งในสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และนักเรียนบางส่วนยังขอทดลองใช้โปรแกรมด้วยตนเอง ผู้วิจัยสังเกตว่านักเรียนมีความพยายามแต่เพราะอาจจะไม่เคยได้ทดลองใช้โปรแกรมด้วยตนเองมาก่อนจึงเกิดความสับสนในการเลือกอุปกรณ์และสารเคมี หลังจากผู้วิจัยได้มอบหมายให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มเก็บตัวอย่างดิน นักเรียนติดต่อสื่อสารกันผ่านแอปพลิเคชันซูมในการลงพื้นที่เพื่อเก็บตัวอย่างดิน โดยนักเรียนได้ร่วมกันแนะนำและทบทวนวิธีการเก็บตัวอย่างดินพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบว่าทำไมนักเรียนจึงเลือกที่จะเก็บบริเวณนั้น แสดงดังตัวอย่างการอธิบายเหตุผลของนักเรียนต่อไปนี้

“...สรุปกลุ่มผมจะเก็บดินตรงนี้เพราะว่าแถวๆ นี้ปลูกข้าวโพดไม่ค่อยขึ้นไม่เหมือนกับตรงที่อื่นๆ ผมคิดว่าดินตรงนี้น่าจะมีปัญหา...” (S4, 21 กุมภาพันธ์ 2564)

“...ช่วงนี้ที่บ้านปลูกมันได้หัวไม่ค่อยโตอะ หนูคาดว่าน่าจะเป็นดินที่เริ่มมีปัญหาเนื่องจากการใช้ปุ๋ยของพ่อหนูอะ” (S22, 21 กุมภาพันธ์ 2564)

จากการวิเคราะห์แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ พบว่าครูผู้ร่วมสังเกตมีความคิดเห็นเช่นเดียวกับผู้วิจัย เกี่ยวกับประโยชน์ของโปรแกรม Crocodile Chemistry ที่มาทดแทนการทดลองด้วยอุปกรณ์และสารเคมีจริง การใช้โปรแกรมร่วมกับการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการได้ลงมือเองผ่านการใช้โปรแกรม ช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบการคาดการณ์ข้อสมมติฐานในการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ได้อย่างรวดเร็วจึงทำให้นักเรียนมีความพยายามในการคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นเมื่อเลือกใช้อินดิเคเตอร์แต่ละชนิด

อีกทั้งครูผู้ร่วมสังเกตได้แนะนำให้ผู้วิจัยนำนักเรียนไปที่ห้องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียน เพื่อที่นักเรียนทุกคนจะได้มีโอกาสในการใช้งานโปรแกรมซึ่งน่าจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้นโดยความคิดเห็นของผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกต แสดงได้ดังนี้

“...โปรแกรมนำเสนอใจมีประโยชน์ แต่ควรพา นร. ไปเรียนที่ห้องคอมเพราะจะได้ลงมือปฏิบัติกับโปรแกรมได้ครบทุกคน...” (ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 19 กุมภาพันธ์ 2564)

“...นร. สนใจในโปรแกรมดี มีส่วนร่วม และกระตือรือร้นที่จะคาดเดาการเปลี่ยนแปลงของสีของอินดิเคเตอร์เมื่อเปลี่ยนสารละลายพร้อมกับอธิบายเหตุผลประกอบการคาดเดาได้ถูกต้อง...” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 19 กุมภาพันธ์ 2564)

แต่ในประเด็นเกี่ยวกับกิจกรรมที่ให้นักเรียนลงพื้นที่เก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาตรวจสอบสภาพความเป็นกรด-เบสและบันทึกวิดีโอ นั้น ผู้วิจัยมีความคิดเห็นไม่ตรงกับครูผู้ร่วมสังเกต ผู้วิจัยคาดว่า การให้นักเรียนได้ลงพื้นที่ไปเจอกับสภาพจริงจะทำให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากกว่า ช่วยส่งเสริมพัฒนาการให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงการนำความรู้เรื่องค่าพีเอชของสารละลายและการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ไปอธิบายสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน แต่ครูผู้ร่วมสังเกตได้เสนอให้ผู้วิจัยเตรียมวัสดุและอุปกรณ์มาให้พร้อมเพื่อช่วยประหยัดเวลาและลดความยุ่งยากของกระบวนการลง ความคิดเห็นของผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตแสดงได้ดังนี้

“...ครูควรเตรียมอุปกรณ์และตัวอย่างดินมาให้นักเรียนได้ทดลองในห้องเพื่อประหยัดเวลาในการจัดกิจกรรม...” (ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 19 กุมภาพันธ์ 2564)

“...การลงพื้นที่จริงช่วยให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปในชีวิตได้...” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 19 กุมภาพันธ์ 2564)

จากผลการวิเคราะห์แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในขั้นตอนที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติ ได้ข้อควรปรับปรุงและแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรถัดไปดังนี้

1. ครูผู้สอนอาจจะนำนักเรียนไปที่ห้องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนที่ได้เตรียมโปรแกรมในเครื่องคอมพิวเตอร์เรียบร้อยแล้ว เพื่อให้นักเรียนได้ใช้โปรแกรมด้วยตนเองทุกคน

2. ครูผู้สอนอาจจะเตรียมชุดตัวอย่างมาเพื่อสาธิตการใช้อินดิเคเตอร์ธรรมชาติในห้องเรียนก่อนจะให้นักเรียนลงปฏิบัติภาคสนาม เพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวปฏิบัติในทางเดียวกัน และลดความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 2 เรื่อง อินดิเคเตอร์ ผู้วิจัยได้พบแนวทางการจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 2 ในประเด็นการใช้เลือกใช้เทคโนโลยี ดังนี้

1. เทคโนโลยีที่เลือกใช้ควรใช้งานได้ง่าย นักเรียนสามารถเข้าถึงและเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

2. โปรแกรมหรือแอปพลิเคชันที่เลือกใช้สามารถนำมาบูรณาการกับเนื้อหาสาระได้และสามารถส่งเสริมการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ดี

ชั้นที่ 3 ชั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ

ในชั้นตอนนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนได้ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพดินตามวิธีการที่แต่ละกลุ่มได้ออกแบบไว้และให้แต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบวิธีการนำเสนอผลการทดลอง จากนั้นอภิปรายผลการทดลอง ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลและร่วมกันลงข้อสรุปจากการวิเคราะห์ผลการตรวจสอบ

จากการสังเกตนักเรียนในระหว่างดำเนินกิจกรรมพบว่า อินดิเคเตอร์ธรรมชาติที่นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกใช้ค่อนข้างซ้ำกันซึ่งดอกอัญชันถูกเลือกใช้เยอะที่สุด ในชั้นตอนนี้ใช้เวลาในการทำกิจกรรมมากกว่าที่กำหนด 20 นาทีแต่จากการสังเกตพบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มเริ่มแบ่งหน้าที่รับผิดชอบได้ดีขึ้น ผู้วิจัยสำรวจการทำงานของแต่ละกลุ่มและให้นักเรียนได้อธิบายถึงวิธีการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ธรรมชาติพร้อมทั้งเหตุผลในการเลือก นักเรียนใช้การจัดทางง่ายเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกอินดิเคเตอร์พิจารณาพร้อมกับช่วงการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์นั้นๆ และคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้น ซึ่งนักเรียนมีความกล้าแสดงออกและมีส่วนร่วมในการตอบคำถามและอธิบายเหตุผลประกอบมากขึ้น ตัวอย่างคำตอบนักเรียน เช่น

"...กลุ่มหนูเลือกดอกอัญชันคะเพราะมันหาง่ายแล้วก็ดูที่ช่วงการเปลี่ยนสีด้วยดอกอัญชันจะเปลี่ยนสีที่ค่าพีเอชประมาณ 1 - 3 ดังนั้นถ้าดินที่กลุ่มหนูเอามาเป็นกรด สีของน้ำก็จะเปลี่ยนเป็นแดงๆ ม่วงๆ ค่ะ" (S11, 23 กุมภาพันธ์ 2564)

"...ดอกกระเจี๊ยบเหลืองจากต้มน้ำพอดีครู แล้วก็เปลี่ยนสีช่วงประมาณ 6 - 7 ผมไปเสิร์ชหาข้อมูลมา พวกธาตุหลักๆ จะละลายได้ดีช่วงค่าพีเอชประมาณ 6.5 ถ้าดินโอเคสีน้ำน่าจะเปลี่ยนไปทางแดง" (S6, 23 กุมภาพันธ์ 2564)

ซึ่งจากพฤติกรรมการแสดงออกดังกล่าวเป็นการแสดงออกถึงการพยากรณ์ การเปลี่ยนแปลงของสี่ของอินดิเคเตอร์ธรรมชาติต่อค่าพีเอชของสารละลายดินตัวอย่าง โดยครูผู้ร่วมสังเกตให้ข้อเสนอแนะแก่ผู้วิจัยว่า อาจจะมีเพิ่มเติมคำถามที่จะช่วยให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ไปยังสถานการณ์ที่ได้นำเสนอในตอนแรก เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของสิ่งที่ได้เรียนรู้ต่อการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ความคิดเห็นของผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตแสดงได้ดังนี้

“...นร. มีความรับผิดชอบดีขึ้นและยังสามารถอธิบายถึงความเป็นเหตุเป็นผลของการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ชนิดต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง” (ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 23 กุมภาพันธ์ 2564)

“...สถานการณ์ที่นำมาใช้ดีใกล้ตัวนักเรียน แต่ละกลุ่มช่วยงานกันตามหน้าที่ที่ได้รับดีมาก นักเรียนอธิบายการเลือกอินดิเคเตอร์ได้อย่างถูกต้องและสามารถคาดคะเนผลที่คิดว่าจะเกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องด้วย ในครั้งหน้าอาจจะให้นักเรียนได้มีสิทธิ์เลือกใช้แอปพลิเคชัน/โปรแกรมอื่นๆ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้วัดค่ากรด-เบสและรูปแบบการนำเสนอผลการทดลองด้วยตนเอง” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 23 กุมภาพันธ์ 2564)

จากผลการวิเคราะห์แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในขั้นตอนที่ 3 ชั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ ได้ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรถัดไป คือ

1. ครูผู้สอนอาจจะคัดเลือกแอปพลิเคชันหรือโปรแกรมที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระและช่วยส่งเสริมการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มาให้นักเรียนได้เลือกใช้ด้วยตนเอง

2. ควรให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้เป็นหลักฐานประกอบการอธิบายผลการตรวจสอบตัวอย่างดินให้ถูกต้องครบถ้วนมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 4 ชี้นำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

ในการดำเนินกิจกรรมในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอสถานการณ์ใหม่เรื่อง น้ำยาลอกผิวขาว อันตรายสู่ความตาย ในรูปแบบบทความพร้อมลิงก์วิดีโอและตารางแสดงผลการทดสอบครีมผิวขาว 3 ยี่ห้อกับอินดิเคเตอร์หลายชนิดโพสลงในกลุ่มเฟซบุ๊กของรายวิชาและได้ตั้งคำถามไว้ 4 ข้อ ดังนี้

1. นักเรียนคิดว่า โฆษณาครีมผิวขาว ที่นำเสนอมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ เพราะเหตุใด
2. จากตารางแสดงผลการทดสอบครีมผิวขาวทั้ง 3 ยี่ห้อ มีค่าพีเอชประมาณเท่าใด เพราะเหตุใด
3. ครีมผิวขาวที่นำเสนอทั้ง 3 ยี่ห้อ สามารถนำไปใช้ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
4. หากเพื่อนนักเรียนมาขอคำแนะนำในการเลือกใช้ นักเรียนจะแนะนำครีมยี่ห้อใดให้เพื่อน เพราะเหตุใด

โดยการตอบคำถามในวงจรปฏิบัตินี้ ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบการนำเสนอผ่านเว็บไซต์แคนวา โดยให้แต่ละกลุ่มช่วยกันจัดทำอินโฟกราฟิกเพื่อนำเสนอคำตอบและนัดหมายการอภิปราย ประเมินผลและลงข้อสรุปนอกเวลาเรียนปกติด้วยการใช้แอปพลิเคชันซูมรูปแบบการเรียนการสอนในแพลตฟอร์มออนไลน์

การจัดกิจกรรมในขั้นนี้กำหนดระยะเวลา 3 - 4 วัน (ตั้งแต่วันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2564 - 26 กุมภาพันธ์ 2564) ในช่วงเช้าวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2564 ผู้วิจัยได้ชี้แจงกับนักเรียนถึงวันเวลาในการส่งงานและได้นัดเวลานอกคาบเรียนในการร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปของสถานการณ์ใหม่ที่ได้นำเสนอไป ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชันซูมพบว่า นักเรียนมีความกล้าที่จะอธิบายเหตุผลของตนเองมากขึ้น ในการอภิปรายและลงข้อสรุปจากอินโฟกราฟิกที่นักเรียนจัดทำขึ้นนั้น นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์ที่นำเสนอได้อย่างถูกต้อง ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังนี้

"...ภาพด้านซ้ายคือตารางการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ที่ได้เสิร์ชมาค่ะ ส่วนด้านขวาคือตารางผลการทดสอบของครีม 3 ยี่ห้อ ทุกคนจะเห็นว่ายี่ห้อที่ 1 มีการเปลี่ยนสีของเมทิล-ออเรนจ์เป็นเหลืองและโบรโมไทมอลบลูเป็นสีเหลือง แสดงว่ายี่ห้อที่ 1 มีค่าพีเอชระหว่าง 4.4 - 6.0 ซึ่งเป็นกรด..." (G2, 24 กุมภาพันธ์ 2564)

ซึ่งผู้วิจัยสามารถกระชับเวลาให้เร็วขึ้นได้ในช่วงของการออกแบบการนำเสนอเนื่องได้ให้นักเรียนได้นัดหมายกันภายในกลุ่มจัดทำนอกเวลาและติดตามตรวจสอบการทำงานเป็นระยะและเมื่อนัดหมายให้นักเรียนเข้าร่วมการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ผ่านแอปพลิเคชันซูมพบว่านักเรียนมีความติดขัดในเรื่องการเข้าใช้งานจึงทำให้ใช้เวลาในการเตรียมความพร้อมค่อนข้างมาก เมื่อสังเกตพฤติกรรมขณะจัดการเรียนรู้พบว่าเป็นการยากที่จะให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างลื่นไหลด้วยปัญหาด้านเทคนิคต่างๆ แต่นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

สื่ออินโฟกราฟิกของกลุ่มเพื่อนเป็นอย่างดี นักเรียนสามารถบอกประเด็นการประเมินพร้อมอ้างอิงแหล่งข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

ครูผู้ร่วมสังเกตได้เข้าร่วมการจัดการกิจกรรมโดยเข้าร่วมผ่านแอปพลิเคชันซูม ซึ่งผู้วิจัยได้รับข้อเสนอแนะจากครูผู้ร่วมสังเกต ในประเด็นการจัดทำกิจกรรมรายกลุ่มซึ่งยังไม่ครอบคลุมกับนักเรียนทุกคน เนื่องจากยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่มีส่วนร่วมกับกิจกรรม ข้อเสนอแนะแสดงได้ดังนี้

“...อาจจะปรับให้แต่ละกลุ่มทำงานร่วมกันพวกเขาเอกสารออนไลน์ต่างๆ จะได้มีส่วนร่วมกับงานครบทุกคน” (ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 25 กุมภาพันธ์ 2564)

จากผลการวิเคราะห์แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในขั้นตอนที่ 4 ชื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ได้ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรถัดไป คือ

หากครูผู้สอนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์ควบคู่การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนไปด้วยควรเตรียมแพลตฟอร์มเอกสารออนไลน์ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำงานทุกคน เนื่องจากการจัดกิจกรรมในรูปแบบการทำงานกลุ่มจะให้นักเรียนเกียจกันทำงานและไม่ได้มีส่วนร่วม ซึ่งอาจจะทำให้ชิ้นงานนั้นไม่อาจประเมินแทนค่าสมรรถนะของนักเรียนทั้งกลุ่มได้ ครูผู้สอนจึงควรควบคุมติดตามการทำงานบนเอกสารออนไลน์อย่างใกล้ชิด

1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์

1.3.1 การวางแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ตามข้อเสนอแนะและแนวทางการจัดกิจกรรมที่วิเคราะห์ได้จากแบบสะท้อนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังนี้

ขั้นที่ 1 ชื่อนำเสนอสถานการณ์

บริบทที่เลือกใช้ในการจัดการเรียนรู้เป็นบริบทเรื่อง น้ำอัลคาไลน์ ซึ่งกำลังเป็นกระแสนิยมสำหรับบริโภคอาหารและน้ำที่มีฤทธิ์เป็นด่างเพื่อรับสมดุลให้กับร่างกาย โดยบริบทมีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระเรื่องสารละลายบัฟเฟอร์ และจากการสังเกตพฤติกรรมการบริโภคน้ำของนักเรียนที่โรงเรียน นักเรียนจะนิยมซื้อน้ำขวดที่มีส่วนผสมอื่นๆ ด้วย โดยการนำเสนอสถานการณ์ในขั้นตอนนี้ ครูผู้สอนนำเสนอผ่านลิงก์วิดีโอและใช้คำถามถามนักเรียน ดังนี้

1. น้ำอัลคาไลน์คืออะไร และแตกต่างจากน้ำดื่มธรรมดาอย่างไร
2. จากสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนคิดว่าปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติงาน

ในการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนจากนั้นให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับระบบสารละลายบัฟเฟอร์ภายในร่างกายของมนุษย์และถามนักเรียนว่า จากสิ่งที่นักเรียนได้สืบค้นนักเรียนคิดว่าน้ำอัลคาไลน์จะช่วยปรับระดับค่าพีเอชของร่างกายให้สมดุลได้จริงหรือไม่และให้นักเรียนร่วมกันประเมินความน่าเชื่อถือของวิธีการตรวจสอบค่าพีเอชของน้ำดื่มที่นำเสนอในวิดีโอว่าถูกต้องหรือไม่ หากนักเรียนคิดว่าไม่ถูกต้อง นักเรียนจะมีวิธีการแก้ไขปรับปรุงอย่างไรเพื่อให้ผลการตรวจสอบมีความน่าเชื่อถือ

ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ

ในขั้นนี้ ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อลงข้อสรุปเกี่ยวกับสถานการณ์ที่นำเสนอ จากนั้นจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันออกแบบการนำเสนอข้อสรุปของตนเอง ในประเด็น “น้ำอัลคาไลน์มีส่วนช่วยในการปรับระดับสมดุลของค่าพีเอชในร่างกายหรือไม่ อย่างไร” โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอและร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุป จากนั้นแจ้งให้นักเรียนดาวน์โหลดแอปพลิเคชันเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับชั่วโมงถัดไป

ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

ในการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ ครูผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ใหม่ เรื่อง หวานซ่อนพิษ จากนั้นให้ประเด็นคำถามกับนักเรียน 3 ข้อ ดังนี้

1. การบริโภคน้ำตาลมากเกินไปจะส่งผลอย่างไรต่อสุขภาพ
2. การรับประทานอาหารหรือดื่มน้ำที่มีฤทธิ์เป็นด่างจะช่วยลดความเสี่ยงต่อภาวะเลือดเป็นกรดได้อย่างไร
3. หากต้องจัดเมนูอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ควรหลีกเลี่ยงเมนูอาหารใด เพราะเหตุใด

ครูผู้สอนชี้แจงให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตประกอบกับการใช้แอปพลิเคชัน FoodiEat ในการตอบคำถาม จากนั้นให้แต่ละกลุ่มนำเสนอ ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุป

เทคโนโลยีที่เลือกใช้เพิ่มเติมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้แก่ แอปพลิเคชัน FoodiEat เป็นแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นโดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) แสดงข้อมูลทางโภชนาการของอาหารซึ่งสามารถค้นหาข้อมูลได้ด้วยการพิมพ์เมนูอาหารให้ถูกต้อง โดยวัตถุประสงค์ของการเลือกใช้แอปพลิเคชันคือ เป็นแหล่งอ้างอิงข้อมูลให้กับนักเรียนและให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้อ่านไปใช้ในการอธิบายคำตอบ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้อธิบายโดยเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นได้จริง ซึ่งเป็นพฤติกรรมหนึ่งในสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสามารถพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ในส่วนการแปลความหมายข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปนำเสนอในอีกรูปแบบหนึ่งด้วย

1.3.2 การดำเนินการและการสังเกต

ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ ที่แก้ไขตามข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่เสร็จเรียบร้อยแล้วมาจัดการเรียนรู้ในชั่วโมงเรียนปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์

ในการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้จัดทำใบความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับน้ำดื่มอัลคาไลน์ที่ใช้เป็นสถานการณ์และถามนักเรียนว่า นักเรียนเคยดื่มน้ำแร่หรือน้ำอัลคาไลน์หรือไม่ จากนั้นนำเสนอสถานการณ์โดยการเปิดคลิปวิดีโอและใช้คำถามอีกครั้งก่อนจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายในหัวข้อที่กำหนด ดังนี้

1. น้ำอัลคาไลน์คืออะไรและแตกต่างจากน้ำดื่มธรรมดาอย่างไร
2. จากสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนคิดว่าปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้พบว่า การระบุประเด็นปัญหาของนักเรียนไม่หลากหลายและเป็นไปในทางเดียวกัน ซึ่งผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าด้วยสถานการณ์เรื่องน้ำอัลคาไลน์ค่อนข้างชี้้นำความคิดนักเรียนให้ไปในแนวทางเดียวกัน ดังนั้นการระบุปัญหาของแต่ละกลุ่มจึงมีความคล้ายคลึงและสามารถสรุปเป็นประเด็นปัญหาเพื่อดำเนินการตรวจสอบได้โดยง่าย โดยครูผู้ร่วมสังเกตมีความคิดเห็นในลักษณะเดียวกันและได้ให้คำแนะนำ โดยอาจจะเปลี่ยนจากบทความหรือวิดีโอที่เป็นเนื้อหาเชิงวิชาการเป็นข่าวที่นำเสนอเกี่ยวกับค่านิยมการเลือกบริโภคน้ำดื่มและ

ปรับคำถามที่ใช้ถามนักเรียนไม่ให้เป็นประโยคที่ชี้นำความคิดนักเรียนจนเกินไป เช่น นักเรียนชอบดื่มน้ำแร่หรือไม่ หรือนักเรียนมีหลักในการเลือกน้ำดื่มอย่างไร เป็นต้น แสดงรายละเอียดได้ดังนี้

“...สถานการณ์ชี้นำเกินไป ควรปรับการใช้คำถามไม่ให้นำความคิดนักเรียนไปในเรื่องที่กำหนด เพื่อให้นักเรียนเกิดการระบุมปัญหาด้วยตนเอง” (ครูผู้ร่วมสังเกต, 23 มีนาคม 2564)

ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติงาน

ในขั้นนี้ ผู้วิจัยได้นำนักเรียนจัดกิจกรรมที่ห้องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนและนำเสนอคลิปวิดีโอเกี่ยวกับการตรวจสอบค่าพีเอชของน้ำดื่มยี่ห้อต่างๆ จากนั้นถามนักเรียนว่านักเรียนคิดว่าการตรวจสอบที่นำเสนอในวิดีโอมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยกับคำตอบว่าสิ่งที่นำเสนอในวิดีโอมีความน่าเชื่อถือ โดยให้เหตุผลเกี่ยวกับวิธีการที่นำเสนอสามารถตรวจสอบขั้นตอนได้อย่างชัดเจนหรือวัสดุอุปกรณ์การตรวจสอบค่าพีเอชมีความน่าเชื่อถือ ดังแสดงตัวอย่างคำตอบนักเรียน ดังนี้

“...เชื่อถือ เพราะเขาใช้ชุดทดสอบที่ดีครับ” (S10, 24 มีนาคม 2564)

ซึ่งผู้วิจัยได้ถามอีกว่า นักเรียนรู้ได้อย่างไรว่าอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบมีคุณภาพเชื่อถือได้ โดยได้สังเกตเห็นว่านักเรียนเริ่มสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมและไม่มีคำตอบใดๆ เพิ่มเติม ผู้วิจัยจึงได้ชี้ให้นักเรียนสังเกตวิธีการใช้อุปกรณ์จากคลิปวิดีโอ ได้มีนักเรียนอธิบายว่าอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบมีความน่าเชื่อถือ แต่การแปลผลจากข้อมูลที่ได้อาจจะคลาดเคลื่อนจากผู้ตรวจสอบในคลิปวิดีโอเพราะวิเคราะห์ผลจากการสังเกตสีที่เปลี่ยนแปลงเท่านั้นและผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นเกี่ยวกับวิธีการตรวจสอบค่าพีเอชของน้ำจากสารเคมีชนิดเดียวกันและให้นักเรียนได้ประเมินวิธีการตรวจสอบ อีกทั้งหากนักเรียนเป็นผู้จัดทำคลิปวิดีโอดังกล่าวนักเรียนจะปรับปรุงแก้ไขวิธีการตรวจสอบหรือไม่ อย่างไร

จากการสังเกตพฤติกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนสามารถประเมินวิธีการตรวจสอบของคลิปวิดีโอได้และสามารถเสนอแนวทางการปรับปรุงแก้ไขโดยใช้หลักฐานอ้างอิงที่สืบค้นได้ประกอบการอธิบายคำตอบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนเรียนรู้ที่จะประเมินความน่าเชื่อถือในวิธีการที่ใช้ในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์และได้ตรวจสอบข้อมูลจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย พฤติกรรมที่แสดงออกนี้เป็นพฤติกรรมบ่งชี้หนึ่งในสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ครูผู้ร่วมสังเกตได้แสดงความคิดเห็นในเชิงบวก ดังแสดงรายละเอียดดังนี้

“...สื่อที่ใช้ชัดเจน ทำให้นักเรียนสนใจในกิจกรรมได้ดี สถานที่จัดกิจกรรมเหมาะสม เวลาที่ใช้เหมาะสม อาจจะมีเพิ่มเวลาในการสืบค้นอีกนิดหน่อย” (ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 24 มีนาคม 2564)

ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ

ในการดำเนินการในขั้นนี้ ผู้วิจัยได้นำนักเรียนมาเรียนที่ห้องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการออกแบบวิธีการนำเสนอในประเด็น “น้ำอัลคาไลน์มีส่วนช่วยในการปรับระดับสมดุลของค่าพีเอชในร่างกายหรือไม่ อย่างไร” โดยให้นักเรียนออกแบบการนำเสนอข้อมูลผ่านเว็บไซต์แคนวาและนำเสนอหน้าชั้นเรียนจากนั้นจึงร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุป

จากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างดำเนินกิจกรรมพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการปรึกษาร่วมกันและแบ่งหน้าที่รับผิดชอบได้ดี มีการอ้างอิงข้อมูลเพื่อใช้เป็นหลักฐานประกอบการอธิบายที่ผ่านการตรวจสอบความน่าเชื่อถือโดยการสืบค้นในแหล่งที่มาที่หลากหลาย และสามารถอธิบายเชื่อมโยงประเด็นน้ำดื่มอัลคาไลน์เนื้อหาเรื่องระบบบัฟเฟอร์ของร่างกายได้อย่างถูกต้อง แต่ยังคงไม่สมบูรณ์เนื่องจากนักเรียนยังขาดการนำเสนอในส่วนของสมการเคมีที่บ่งบอกการเปลี่ยนแปลงเมื่อบริโภคอาหารหรือน้ำที่มีฤทธิ์เป็นกรดหรือด่างอ่อนๆ เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมค่อนข้างมากเนื่องจากนักเรียนใช้เวลาในการสืบค้นมาก ซึ่งผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตได้แสดงความคิดเห็นตรงกันในประเด็นการหาแหล่งอ้างอิงข้อมูลเพื่อเป็นกรอบให้นักเรียนใช้ในการนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อลดเวลาการสืบค้นข้อมูล

ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

ผู้วิจัยได้นำเสนอสถานการณ์ใหม่ เรื่อง หวานซ่อนพิษ โดยมีประเด็นคำถามจำนวน 3 ข้อ และให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตประกอบการใช้แอปพลิเคชัน FoodiEat โดยกำหนดให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบวิธีการนำเสนอผ่านเว็บไซต์แคนวา จากนั้นร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปในเนื้อหาสาระ

จากการสังเกตการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่มพบว่า ชิ้นงานของแต่ละกลุ่มมีความสร้างสรรค์แตกต่างกัน มีการอ้างอิงถึงแหล่งที่มาของข้อมูลที่หลากหลายพร้อมกับการแปลงข้อมูลที่ได้จากแอปพลิเคชันมานำเสนอในรูปแบบใหม่ การอธิบายเป็นขั้นตอนและตรงประเด็นมากขึ้น ซึ่งครูผู้ร่วมสังเกตได้เสนอให้ใช้เว็บไซต์นี้ควบคู่กับกิจกรรมในครั้งถัดไป แสดงรายละเอียดความคิดเห็นได้ดังนี้

“...จากที่สังเกต เว็บไซต์น่าสนใจ น่าจะนำไปใช้กับเรื่องอื่นๆ ด้วย” (ครูผู้ร่วมสังเกต , แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 25 มีนาคม 2564)

ตาราง 8 แสดงปัญหาและข้อเสนอแนะที่ได้รับในวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 แบ่งตามชั้นการสอน

ปัญหาที่พบ			แนวทางการจัดการเรียนรู้
วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
<p>ขั้นที่ 1 ชั้นกำหนดสถานการณ์</p>			
<p>1. นักเรียนยังไม่เข้าใจในรูปแบบการจัดการเรียนรู้</p> <p>2. สถานการณ์ที่ใช้มีความซับซ้อนทำให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงไปถึงเนื้อหาสาระได้</p> <p>3. นักเรียนยังระบุประเด็นปัญหาได้ไม่หลากหลาย และบางปัญหายังแยกแยะได้ไม่ถูกต้อง</p> <p>4. ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมมากเกินไปที่กำหนดไว้</p>	<p>1. วิดีโอที่นำเสนอซึ่งนำเสนอประเด็นปัญหาให้นักเรียนจนเกินไป</p>	<p>1. ด้วยสถานการณ์ที่นำมาค่อนข้างใกล้ตัวนักเรียนจึงทำให้นักเรียนปรึกษากันข้ามกลุ่ม</p>	<p>1. การนำเสนอบริบทหรือสถานการณ์ อาจจะนำเสนอในรูปแบบวิดีโอผสมบทความ เพื่อให้ นักเรียนได้สังเกตเห็นถึงปัญหาที่มีโอกาสเกิดขึ้นจริงภายใต้กรอบเนื้อหารายวิชา</p> <p>2. สถานการณ์ที่นำเสนอไม่ควรซับซ้อนเกินไป และควรจะเป็นสถานการณ์ที่อยู่ในความสนใจใกล้ตัวหรือนักเรียนสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน</p> <p>เพื่อให้ นักเรียนระบุประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น และมีแนวทางในการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมต่อไป</p> <p>3. ควรจัดทำใบความรู้เพิ่มเติมหรือการสืบค้นแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาให้ นักเรียนเลือกใช้ใน สถานการณ์ที่ห่างไกลจากเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน</p>

ตาราง 8 (ต่อ)

ปัญหาที่พบ			แนวทางการจัดการเรียนรู้
วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติ			
<p>1. นักเรียนมีความสับสนในการใช้งาน แอปพลิเคชันและโปรแกรมที่นำมาใช้ร่วมในการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากการใช้งานที่ยากและซับซ้อนจนเกินไป</p> <p>2. การออกแบบวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ มีขั้นตอนและแบบบันทึกข้อมูลที่คล้ายคลึงกันในทุกกลุ่ม</p> <p>3. นักเรียนเก็บน้ำตัวอย่างด้วยวิธีการที่ไม่เหมือนกับที่ได้ออกแบบไว้และบางกลุ่มเก็บน้ำตัวอย่างได้ไม่ถูกต้อง</p>	<p>1. การทดลองใช้โปรแกรมยังไม่ทั่วถึง นักเรียนทุกคน</p> <p>2. ในการออกแบบวิธีการตรวจสอบคุณภาพดินของแต่ละกลุ่มมีความคล้ายคลึงกัน</p> <p>3. นักเรียนบางคนไม่มีส่วนร่วมกับกิจกรรมภายในกลุ่มของตนเอง</p>	-	<p>1. หากมีการตรวจสอบคุณภาพของสารตัวอย่างที่ จะต้องลงมือปฏิบัติกับแอปพลิเคชันหรือโปรแกรม ครูผู้สอนควรจัดหาชุดสาธิตมาสาธิตให้นักเรียนได้ดูเป็นแนวทางปฏิบัติก่อนภายในห้องเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนต่อการใช้งานแอปพลิเคชันหรือโปรแกรม</p> <p>2. การจัดเตรียมอุปกรณ์สถานที่ควรเพียงพอต่อจำนวนนักเรียน</p> <p>3. ปรับให้ใช้สื่อสังคมออนไลน์ในการติดต่อสื่อสารกันภายในกลุ่มเมื่อได้ลงพื้นที่และนักเรียนอยู่ห่างไกลกัน</p>

ตาราง 8 (ต่อ)

ปัญหาที่พบ			แนวทางการจัดการเรียนรู้
วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
ขั้นที่ 3 ชั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ			
<p>1. การตรวจสอบคุณภาพน้ำของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนจากที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นที่ 2 เนื่องจากนักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมระหว่างการดำเนินกิจกรรมเพราะไม่ได้ทบทวนสิ่งที่ได้ออกแบบไว้</p> <p>2. การนำเสนอข้อมูลของแต่ละกลุ่มมีความคล้ายคลึงกันเพราะนักเรียนพูดคุยกันข้ามกลุ่ม</p> <p>3. ผลการตรวจสอบของแต่ละกลุ่มมีความคลาดเคลื่อนกันมากเนื่องจากครูผู้สอนไม่ได้แจ้งปัจจัยอื่นๆ ที่จะมีผลต่อการตรวจสอบด้วยแอปพลิเคชัน</p>	<p>1. อินดิเคเตอร์ธรรมชาติที่นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกใช้เหมือนกันเป็นส่วนใหญ่</p>	<p>1. นักเรียนยังอธิบายไม่ครบถ้วนในทุกประเด็นเกี่ยวกับเรื่อง ระบบบำบัดน้ำในร่างกาย</p> <p>2. ใช้เวลาในการสืบค้นมากเกินไป</p>	<p>1. ครูผู้สอนควรใช้การถามกระตุ้นผู้เรียนเป็นช่วงๆ เพื่อทบทวนและตรวจสอบว่านักเรียนเกิดองค์ความรู้ที่ถูกต้องหรือไม่</p> <p>2. การใช้แอปพลิเคชันหรือโปรแกรมในการตรวจสอบข้อมูลควรแจ้งนักเรียนถึงปัจจัยที่อาจส่งผลให้การตรวจวัดด้วยซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์เกิดความคลาดเคลื่อนได้</p> <p>3. ครูควรสืบค้นแหล่งอ้างอิงให้เป็นตัวเลือกหรือแนวทางให้กับนักเรียน</p>

ตาราง 8 (ต่อ)

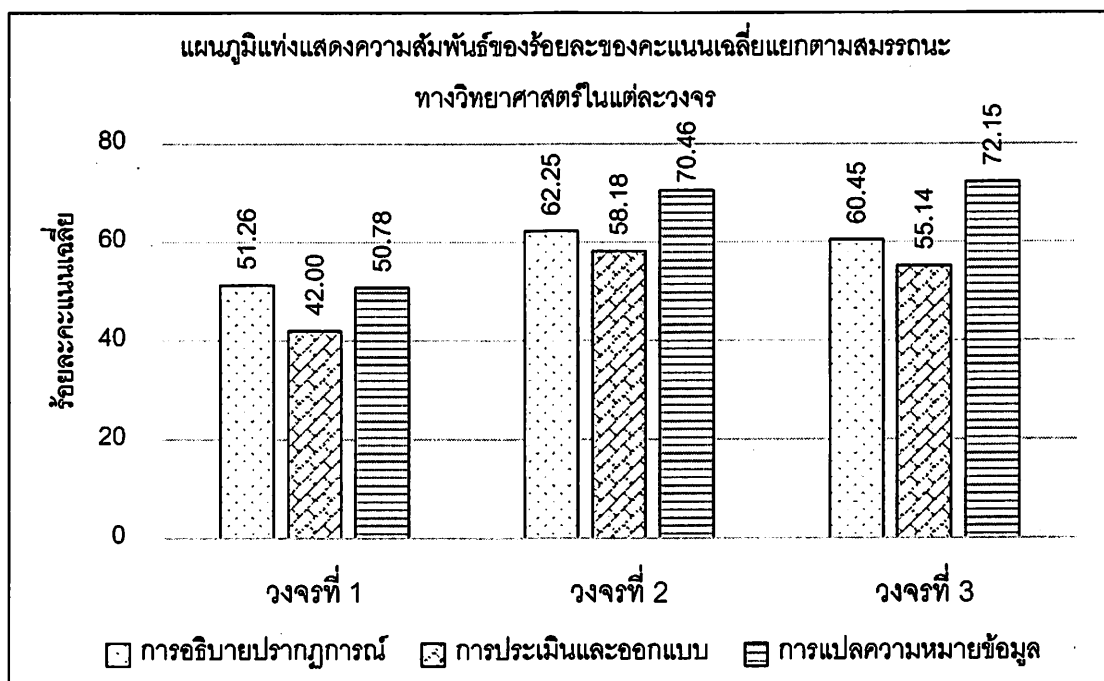
ปัญหาที่พบ			แนวทางการจัดการเรียนรู้
วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
ขั้นที่ 4 ชี้นำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่			
1. เนื่องจากไม่ได้กำหนดรูปแบบการนำเสนอคำตอบ ทำให้นักเรียนคัดลอกข้อความจากอินเทอร์เน็ตมาตอบคำถาม	1. ปัญหาด้านเทคนิคในการใช้งานเครือข่ายสังคมออนไลน์ 2. นักเรียนไม่ได้นำเสนอแหล่งที่มาของข้อมูลอ้างอิงที่นำมาใช้เป็นหลักฐานประกอบการอธิบาย	-	1. การจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ ควรกำกับติดตามการทำงานของนักเรียนเป็นระยะ 2. การนำเสนอและนำอภิปรายควรนัดหมายและจัดกิจกรรมผ่านแอปพลิเคชันสำหรับการประชุมออนไลน์ 3. การจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมมากขึ้น ควรนำการทำงานรูปแบบออนไลน์เข้ามาเพื่อให้นักเรียนได้ปรึกษา พูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันอย่างทันที่ เช่น เอกสารออนไลน์ ตารางออนไลน์ เป็นต้น 4. ครูผู้สอนควรชี้แจงให้นักเรียนเขียนแหล่งที่มาของข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นเพิ่มเติมเพื่อใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงประกอบการอธิบายด้วย

2. ผลการศึกษาพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี เรื่อง กรด-เบส

การศึกษาพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ประกอบด้วย ผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 และผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ รายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการประเมินพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ ใบกิจกรรมของนักเรียน ประกอบการจัดการเรียนรู้ มีทั้งหมด 3 ใบกิจกรรม แบ่งการวิเคราะห์ตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 สมรรถนะ ได้แก่ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถแสดงการเปรียบเทียบร้อยละคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามวงจรปฏิบัติการได้ดังภาพ 12



ภาพ 12 แสดงแผนภูมิแท่งความสัมพันธ์ของร้อยละของคะแนนเฉลี่ยแยกตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจร

จากภาพ นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2 ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยลดลง ยกเว้นสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยวิเคราะห์ว่าบริบทในเนื้อหาเรื่องสารละลายบัพเฟอร์เป็นเรื่องที่ใกล้ตัว นักเรียนมากกว่าบริบทในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2 จึงทำให้นักเรียนยังเชื่อมโยง เนื้อหาความรู้ไปสู่บริบทในสถานการณ์ที่กำหนดไม่ได้

ทั้งนี้ผู้วิจัยขอเสนอรายละเอียดผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ รายสมรรถนะในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ดังนี้

1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

1.1 วงจรปฏิบัติการที่ 1

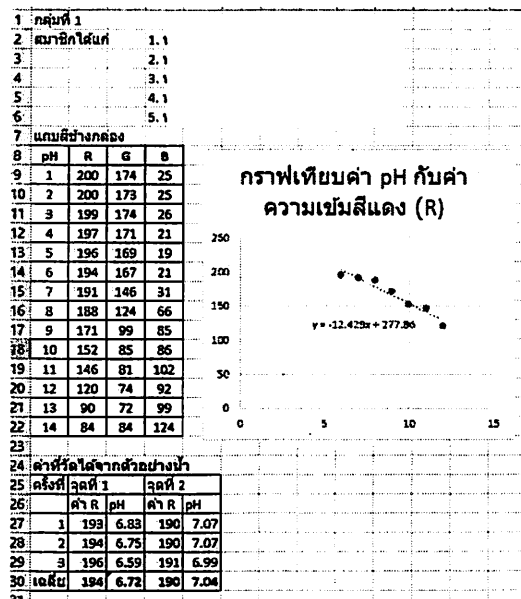
นักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่องค่าพีเอชของสารละลายมาใช้อธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ในบริบทที่นำเสนอได้ถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ การนำเสนอข้อมูลประกอบการอธิบายยังมีความคล้ายคลึงกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) นักเรียนร้อยละ 68.18 สามารถนำความรู้เรื่องค่าพีเอชของสารละลายมาใช้อธิบายการอธิบายได้แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เช่น

“...จากกราฟพบว่าค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำในจุดที่ 1 ที่นำมาทดสอบมีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 6.72 และจุดที่ 2 มีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 7.04 ซึ่งน้ำในจุดที่ 1 เก็บมาจากหมู่บ้าน(ชื่อหมู่บ้าน) คาดว่าอยู่ใกล้กับยอดเขาที่เกิดไฟไหม้ป่าบ่อยๆ จึงทำให้น้ำฝนในบริเวณนั้นรวมตัวกับแก๊สจนเกิดเป็นน้ำฝนที่มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนๆ ส่วนจุดที่ 2 เก็บตัวอย่างจาก(ชื่อหมู่บ้าน) ซึ่งไกลจากจุดที่เกิดไฟป่า น้ำฝนในบริเวณนั้นจึงมีค่าพีเอชที่สูงกว่า” (กลุ่มที่ 1 , ใบกิจกรรมที่ 1)

และมีนักเรียนที่ตอบใบกิจกรรมผิดร้อยละ 22.73 ซึ่งนักเรียนยังไม่สามารถนำหลักการตรวจวัดค่าพีเอชมาใช้อธิบายในบริบทที่กำหนดได้ และอีกร้อยละ 9.09 ไม่ตอบคำถาม

2) นักเรียนร้อยละ 50.00 สามารถสร้างรูปแบบการนำเสนอข้อมูลประกอบการอธิบายผลการตรวจสอบปัญหาได้อย่างถูกต้อง โดยแปลงชุดข้อมูลที่วัดได้เป็นตาราง และแปลงเป็นกราฟความสัมพันธ์ แสดงตัวอย่างได้ดังภาพ 13 (SG1 , ไฟล์ 'ส่งงานตรวจสอบค่าพีเอชน้ำกลุ่ม 1.xlsx')



ภาพ 13 แสดงตัวอย่างการบันทึกผลการตรวจสอบและการแปลงข้อมูล เพื่อประกอบการนำเสนอของนักเรียน

3) จากสถานการณ์ใหม่ที่นำเสนอในชั้นสอนที่ 4 พบว่านักเรียนร้อยละ 59.10 คัดลอกข้อความจากบทความที่สืบค้นได้จากอินเทอร์เน็ตและนำเสนอประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา มาตอบคำถาม จากพฤติกรรมนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ว่านักเรียนยังไม่สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากสถานการณ์เดิมมาเชื่อมโยงยังสถานการณ์ใหม่ได้ และเป็นการใช้เทคโนโลยีที่ผิดวัตถุประสงค์ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

“...อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ หรืออาหารที่มีฤทธิ์เป็นด่าง อย่างผักชนิดต่างๆ โดยเฉพาะสาหร่าย หน่อไม้ฝรั่ง แดงกวา มะเขือเทศ ถั่ว ผักกาด ผักชีฝรั่ง เครื่องเทศ หัวหอม ขึ้นฉ่าย แครอท พักทอง มะนาว ส้ม สับปะรด กีวี เชอร์รี่ สตรอเบอรี่ แดงโม กล้วย แอปเปิ้ล อโวคาโด” (S1 , แหล่งข้อมูลออนไลน์)

แต่มีนักเรียนร้อยละ 40.90 ที่สามารถตอบโดยอธิบายเชื่อมโยงความรู้เรื่องค่าพีเอชได้ถูกต้อง แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนได้ดังนี้

“...เมนูที่เหมาะสมกับผู้ป่วยควรเป็นเมนูอาหารรสอ่อน ไม่เผ็ด ลดการใช้เนื้อสัตว์จำพวกหมูลงเพราะเนื้อหมูมีค่าพีเอชประมาณ 5.6 - 5.7 ซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรด ให้ผู้ป่วยเปลี่ยนไปบริโภคเนื้อปลาแทนซึ่งมีค่าพีเอชที่เป็นกลางมากกว่า” (S12 , แหล่งข้อมูลออนไลน์)

1.2 วงจรปฏิบัติการที่ 2

นักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่องอินดิเคเตอร์มาใช้อธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ในบริบทที่นำเสนอได้ถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ การนำเสนอข้อมูลประกอบการอธิบายยังมีความคล้ายคลึงกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) นักเรียนร้อยละ 86.36 สามารถนำความรู้เรื่องอินดิเคเตอร์มาใช้ประกอบการอธิบายได้ถูกต้องครบถ้วน แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนได้ดังภาพ 14 (S21 , ใบกิจกรรมที่ 2)

11. หลักการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ในการทดสอบ pH ของตัวอย่างดินเป็นอย่างไร
 สมบัติกรดคือใช้ปริมาณ $[H_3O^+]$ มีค่าสูง มีฤทธิ์ทางกรดสูง ดินจะมี
 pH ต่ำกว่า 7 เป็นสภาพกรด
 สมบัติเบสคือใช้ปริมาณ $[OH^-]$ มีค่าสูง มีฤทธิ์ทางเบส H_2O^+ ก็คือ $[H_3O^+]$
 ความเป็นกรด เบส (จึงมีค่า pH) ก็ มีค่าสูง จึงเป็นเบส เบส 10.7 ก็
 ความหมาย $H_2O + H_2O = H_3O^+ + OH^-$

ภาพ 14 แสดงตัวอย่างการนำความรู้ เรื่อง อินดิเคเตอร์ มาใช้ประกอบการอธิบายได้อย่างถูกต้อง

นักเรียนร้อยละ 13.64 สามารถอธิบายได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน “เมื่อหยดอินดิเคเตอร์ลงไปในสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นกรด สีจะเปลี่ยนไปทางกรด ถ้าสารละลายเป็นเบส สีจะเปลี่ยนมาทางเบส” (S16 , ใบกิจกรรมที่ 2)

2) นักเรียนทุกกลุ่มสามารถสร้างแบบจำลองการนำเสนอเกี่ยวกับหลักการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ด้วยเว็บไซต์ที่กำหนด เพื่อใช้ประกอบการนำเสนอหน้าชั้นเรียนได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนร้อยละ 90.91 สามารถคาดคะเนการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ธรรมชาติที่เลือกมาได้ แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังนี้ (S11 , 23 กุมภาพันธ์ 2564)

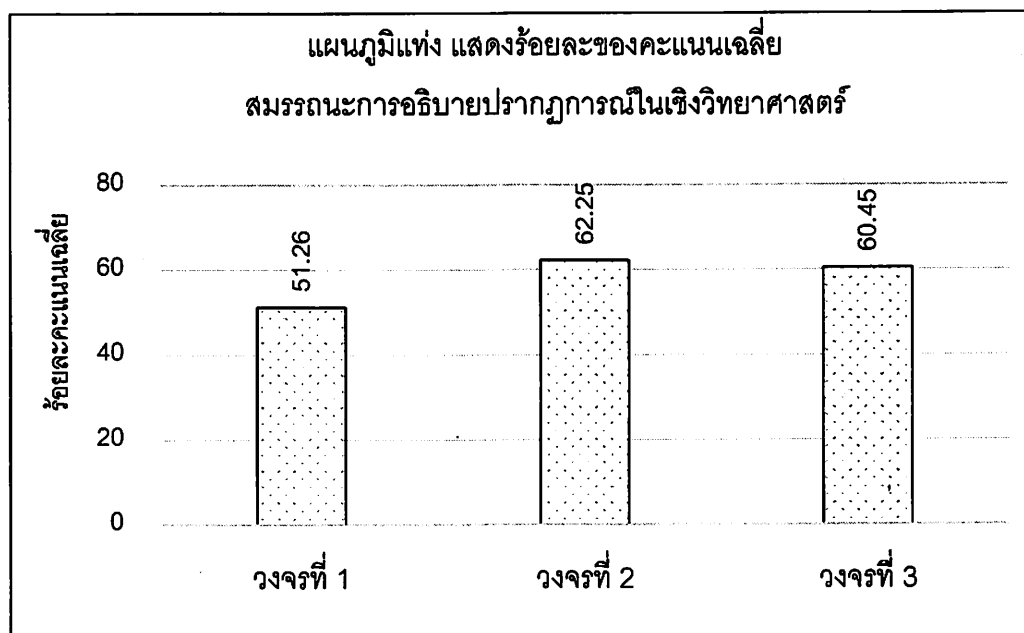
“...กลุ่มหนูเลือกดอกอัญชันค่ะ เพราะมันหาง่าย แล้วก็ดูที่ช่วงการเปลี่ยนสีด้วย ดอกอัญชันจะเปลี่ยนสีที่ค่าพีเอชเท่ากับ 1 - 3 ดังนั้นถ้าดินที่กลุ่มหนูเอามาเป็นกรด สีของน้ำก็จะเปลี่ยนเป็นแดงๆ ม่วงๆ ค่ะ”

1.3 วงจรปฏิบัติการที่ 3

นักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่องสารละลายบัฟเฟอร์มาใช้อธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ในบริบทที่นำเสนอได้ถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ เนื่องจากเนื้อหาในเรื่องสารละลายบัฟเฟอร์มีความห่างไกลจากนักเรียน จึงทำให้นักเรียนยังไม่สามารถ

อธิบายได้อย่างสมบูรณ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้ นักเรียนยังไม่สามารถนำความรู้เรื่องสารละลายบัฟเฟอร์มาใช้ประกอบการอธิบายในสถานการณ์น้ำดื่มอัลคาไลน์ได้ ซึ่งนักเรียนอธิบายคำตอบอย่างกว้าง และไม่ได้ครบถ้วนตามหลักเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียน "...สารละลายบัฟเฟอร์จะปรับค่าพีเอชในเลือดให้สูงขึ้นเพื่อที่จะให้ร่างกายมีค่าพีเอชที่เหมาะสมในการดำรงชีวิต" (G1 , ใบกิจกรรมที่ 3)

เมื่อเข้าสู่ขั้นที่ 4 ในการนำเสนอสถานการณ์ใหม่ นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม ร่วมกับการใช้ข้อมูลจากแอปพลิเคชันที่กำหนด อีกทั้งรูปแบบของสถานการณ์ใหม่ที่นำเสนอมีความคล้ายคลึงกับสถานการณ์เดิมส่งผลให้นักเรียนสามารถอธิบายเชื่อมโยงการทำงานของระบบบัฟเฟอร์ในเลือดกับการเลือกรับประทานอาหารของผู้ป่วยโรคเบาหวานพร้อมทั้งแสดงหลักฐานอ้างอิงประกอบการอธิบายได้อย่างถูกต้อง แสดงคำตอบของนักเรียนดังนี้ "ผู้ป่วยโรคเบาหวานควรงดการอาหารและเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของน้ำตาลมากเกินไปที่กรมอนามัยกำหนด เช่น น้ำผลไม้กล่อง น้ำตาลที่สืบค้นได้จากแอปพลิเคชันสูงถึง 18 กรัม คิดเป็นร้อยละ 75 ของปริมาณน้ำตาลที่ควรบริโภคในหนึ่งวัน" (S14 , 25 มีนาคม 2564) อีกทั้งนักเรียนร้อยละ 22.73 สามารถต่อยอดเทคโนโลยีที่ผู้วิจัยนำเสนอไปใช้ในชีวิตประจำวันและแนะนำเทคโนโลยีใหม่ที่มีประโยชน์ถ่ายทอดแก่เพื่อนร่วมชั้น



ภาพ 15 แสดงร้อยละคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์
ในเชิงวิทยาศาสตร์จากใบกิจกรรม

จากภาพ 15 แสดงผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละเฉลี่ยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 เท่ากับ 51.26 62.25 และ 60.45 ตามลำดับ

2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนสามารถระบุปัญหาและทำการสำรวจตรวจสอบปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงสามารถประเมินวิธีการตรวจสอบปัญหาและนำเสนอแนวทางแก้ไขได้ รายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 วงจรปฏิบัติการที่ 1

1) จากการวิเคราะห์ใบกิจกรรมที่ 1 นักเรียนจะต้องระบุปัญหาจากบริบทที่กำหนดให้ ซึ่งพบว่านักเรียนยังมีการระบุประเด็นปัญหาไม่เชื่อมโยงในเนื้อหาสาระ และปัญหาที่นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุลงในใบกิจกรรมมีความใกล้เคียงกัน แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังภาพ 16 และภาพ 17 (G2 , ใบกิจกรรมที่ 1 และ G3 , ใบกิจกรรมที่ 1)

ปัญหาหรือคำถามจากสถานการณ์

3. จากสถานการณ์ที่นำเสนอข้างต้น นักเรียนประสบปัญหาอะไรจากการเกิดไฟฟ้าบนยอดเขาภูกระดึง

(ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์)

- ดวงจันทร์

- สายไฟไม่รัดกุม

- ทิศทางที่ติดตั้งจากบนเขาไม่

ภาพ 16 แสดงตัวอย่างการระบุปัญหาจากสถานการณ์ของนักเรียนกลุ่มที่ 2

3. จากสถานการณ์ที่นำเสนอข้างต้น นักเรียนประสบปัญหาอะไรจากการเกิดไฟป่าบนยอดเขา
ภูกระดึง

(ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์)

- ต้นไม้ตายเพราะไฟป่า

- แก๊สพิษที่เกิดจากไฟป่า

- ขาดน้ำ

ภาพ 17 แสดงตัวอย่างการระบุปัญหาจากสถานการณ์ของนักเรียนกลุ่มที่ 3

2) นักเรียนสามารถแยกแยะปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากประเด็นปัญหาที่นักเรียนระบุในใบกิจกรรมมีความคล้ายคลึงกันและไม่เชื่อมโยงกับเนื้อหา ครูผู้สอนได้ชี้แนะประเด็นปัญหาที่เชื่อมโยงไปหาเนื้อหาได้ จึงได้ข้อสรุปปัญหาที่ร่วมกันศึกษาทั้งชั้นเรียน ได้แก่ แก๊สพิษที่เกิดขึ้นจากไฟป่าที่ส่งผลเสียต่อแหล่งน้ำ

3) จากใบกิจกรรมที่ 1 พบว่านักเรียนทุกกลุ่มยังไม่สามารถเขียนลำดับขั้นตอนวิธีการตรวจสอบปัญหาได้ ซึ่งนักเรียนได้เขียนอธิบายเป็นหัวข้อกว้างๆ ไม่ได้มีการระบุถึงอุปกรณ์และแอปพลิเคชันหรือโปรแกรมใดๆ ในการตรวจสอบ แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังภาพ 18 (G4 , ใบกิจกรรมที่ 1)

.....

7. จากปัญหาที่นักเรียนเลือกในข้อ 6 นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบอย่างไร ภายใต้อุปกรณ์ที่จำกัด

(เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้)

1. เก็บตัวอย่างน้ำที่ไหลในแหล่งน้ำ

2. ใช้อุปกรณ์วัดความเป็นกรด

3. ใช้อุปกรณ์ตรวจสอบแก๊สพิษที่ปรากฏในอากาศที่วัดได้ในพื้นที่ป่าและแหล่งน้ำ

ภาพ 18 แสดงตัวอย่างคำตอบการออกแบบวิธีการตรวจสอบปัญหาของนักเรียนที่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

4) จากการสังเกตการนำเสนอในชั้นเรียน พบว่า เมื่อให้นักเรียนได้สืบค้นเพิ่มเติม และร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียนร่วมกับครูผู้สอน นักเรียนสามารถประเมินและปรับปรุงวิธีการตรวจสอบให้มีความน่าเชื่อถือได้แต่ยังไม่สมบูรณ์ แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังนี้

"...การเก็บน้ำต้องกระจายเก็บ 2 - 3 จุด และเอามาจุ่มด้วยกระดาษอินดิเคเตอร์ วัด 3 ครั้งซ้ำ" (S15 , 9 กุมภาพันธ์ 2564)

2.2 วงจรปฏิบัติการที่ 2

1) จากการวิเคราะห์ใบกิจกรรมที่ 2 นักเรียนจะต้องระบุปัญหาจากบริบทที่กำหนดให้ ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ได้ อีกทั้งแยกแยะได้ว่าปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังภาพ 19 (G3 , ใบกิจกรรมที่ 2)

5. จากปัญหาน่าๆ ในข้อที่ 3 นักเรียนคิดว่าปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์บ้าง (แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์)

ปัญหา	วิธีการทางวิทยาศาสตร์	
	ได้	ไม่ได้
ถึงเหตุไปสุด	/	
ถึงขั้นจบ	/	
ถึงเป็นผล	/	
จดศัพท์		/

ภาพ 19 แสดงตัวอย่างการระบุปัญหาและแยกแยะปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง

2) ในข้อคำถามการออกแบบวิธีการตรวจสอบประเด็นปัญหาในใบกิจกรรมที่ 2 พบว่านักเรียนเขียนลำดับวิธีการตรวจสอบได้อย่างเป็นขั้นตอนกว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1 แต่ไม่สมบูรณ์เนื่องจากยังไม่มีกระบวนการวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบอย่างเจาะจง ซึ่งเป็นพฤติกรรมบ่งชี้หนึ่งในสมรรถนะนี้ แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนได้ดังภาพ 20 (G1 , ใบกิจกรรมที่ 2)

การตรวจสอบปัญหา

7. กรมพัฒนาที่ดินได้มอบหมายให้คณะนักวิทยาศาสตร์ทำการตรวจสอบปัญหาในลักษณะที่
ต่าง ๆ หากนักเรียนเป็นหนึ่ง ในคณะวิทยาศาสตร์นักเรียนจะมีขั้นตอนการดำเนินการตรวจสอบอย่างไร
โดยมีเงื่อนไขว่าจะต้องใช้โปรแกรมและแอปพลิเคชันที่กรมพัฒนาที่ดินมอบให้เท่านั้น (ให้เรียนวิธี
อุปกรณ์ที่ใช้ แอปพลิเคชันหรือโปรแกรมที่ใช้ และขั้นตอนการตรวจสอบปัญหา)

(เล่นวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้)

1. เก็บตัวอย่างดิน โดยกระแสน้ำดินเก็บตัวอย่างดินจากบริเวณ.....
2. จัดตั้งกลุ่มนักเรียนสายที่..... ให้ศึกษาดู.....
3. กองจุดน้ำที่..... ได้ใช้..... และใช้.....
- บันทึกผลการตรวจสอบ.....
4. อธิบายและเปรียบเทียบผลการตรวจสอบ.....
5. นำ..... ได้.....

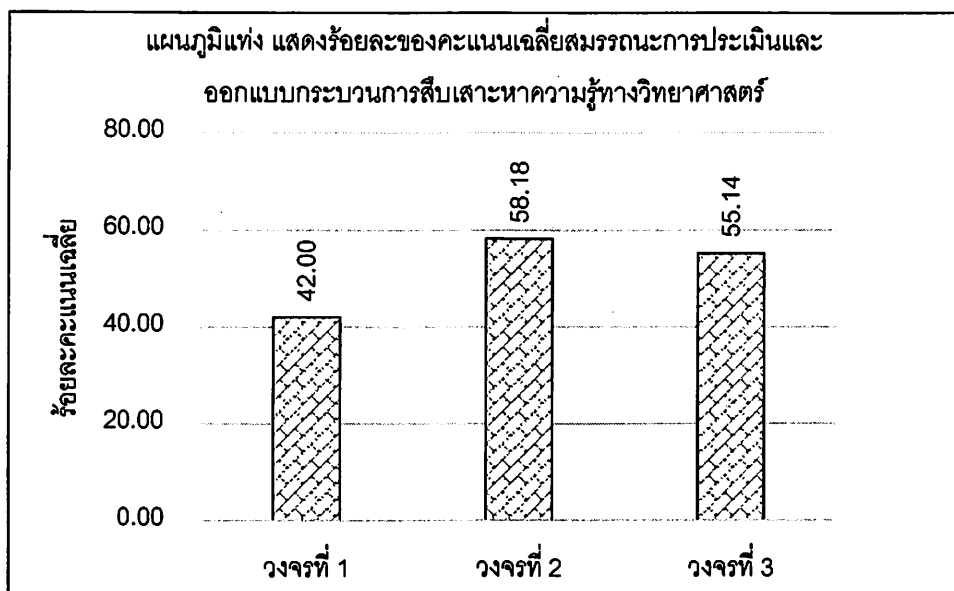
ภาพ 20 แสดงตัวอย่างการออกแบบวิธีการตรวจสอบปัญหาที่ยังไม่สมบูรณ์

4) จากการสังเกตการนำเสนอในชั้นเรียน พบว่า เมื่อให้นักเรียนได้สืบค้นเพิ่มเติม และร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียนร่วมกับครูผู้สอน นักเรียนสามารถประเมินวิธีการตรวจสอบของกลุ่ม เพื่อนได้วากกลุ่มอื่นๆ นั้นควรจะเพิ่มเติมตรงไหนอย่างไรให้สมบูรณ์มากขึ้น แสดงตัวอย่างการ ประเมินและชี้แนะของนักเรียนดังนี้ "เพื่อนควรเพิ่มไปในข้อ 3 ว่าอินดิเคเตอร์ที่กลุ่มเลือกคืออะไร แล้วใช้ภาชนะอะไรในการเก็บตัวอย่าง" (S15 , 23 กุมภาพันธ์ 2564)

2.3 วงจรปฏิบัติการที่ 3

1) ในขั้นที่ 1 นักเรียนจะต้องระบุปัญหาจากบริบท เรื่อง น้ำอัลคาไลน์ ที่กำหนดให้ ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาและแยกแยะว่าปัญหาใดสามารถ ตรวจสอบได้ด้วยวิธีการวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง แต่ประเด็นของแต่ละกลุ่มไม่หลากหลาย มีความคล้ายคลึงกัน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน "...การต้มน้ำอัลคาไลน์สามารถช่วยปรับ สมดุลค่าพีเอชของร่างกายได้หรือไม่" (G1 , ใบกิจกรรมที่ 3)

2) ในขั้นการเสนอวิธีการตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์และประเมินวิธีการ สำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ เมื่อให้นักเรียนได้สืบค้นเพิ่มเติมและร่วมกัน อภิปรายในชั้นเรียนร่วมกับครูผู้สอน นักเรียนสามารถประเมินวิธีการตรวจสอบของกลุ่มเพื่อนได้ อย่างถูกต้อง และนักเรียนทุกกลุ่มได้อ้างอิงแหล่งที่มาของหลักฐานที่แต่ละกลุ่มนำมาใช้ประกอบใน การอธิบาย



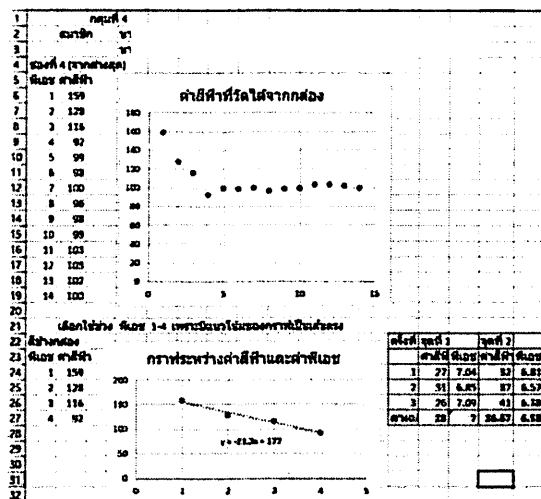
ภาพ 21 แสดงร้อยละคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากภาพ 21 แสดงผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละเฉลี่ยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 เท่ากับ 42.00 58.18 55.14 ตามลำดับ

3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

3.1 วงจรปฏิบัติการที่ 1

1) จากการวิเคราะห์ไฟล์งานที่นักเรียนได้จัดทำในโปรแกรม Microsoft Excel ในการแปลงชุดข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบด้วยแอปพลิเคชันไปเป็นรูปแบบตารางและนำข้อมูลในตารางมาสร้างเป็นกราฟความสัมพันธ์สำหรับใช้ประกอบการอธิบายเปรียบเทียบค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำที่นักเรียนได้จัดเก็บ พบว่า นักเรียนทุกกลุ่มสามารถแปลงข้อมูลที่ได้รับได้อย่างถูกต้อง แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังภาพ 22 (G4 , ไฟลกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1)



ภาพ 22 แสดงตัวอย่างการแปลงชุดข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบให้อยู่ในรูปแบบตาราง และกราฟความสัมพันธ์ได้ถูกต้อง

2) จากกิจกรรม นักเรียนจะต้องวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบค่าพีเอชของน้ำและลงข้อสรุปว่านักเรียนจะใช้น้ำที่รองจากน้ำฝนในการอุปโภคและบริโภคหรือไม่ พบว่า นักเรียนสามารถวิเคราะห์และลงข้อสรุปจากผลการตรวจสอบของแต่ละกลุ่มได้อย่างถูกต้อง และสามารถอธิบายข้อสรุปโดยใช้ตารางและกราฟที่สร้างขึ้นได้อย่างถูกต้อง แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังนี้ (G4 , ใบกิจกรรมที่ 1)

"...น้ำตัวอย่างจากจุดที่ 1 มีค่าพีเอชเฉลี่ย 7 มีฤทธิ์เป็นกลางไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ น้ำในบริเวณ(ชื่อหมู่บ้าน)จึงสามารถนำมาใช้ได้ ส่วนตัวอย่างจากจุดที่ 2 มีค่าพีเอชเฉลี่ย 6.59 มีค่าต่ำกว่า 7 ซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนๆ ซึ่งมีความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพหากนำมาใช้"

3.2 วงจรปฏิบัติการที่ 2

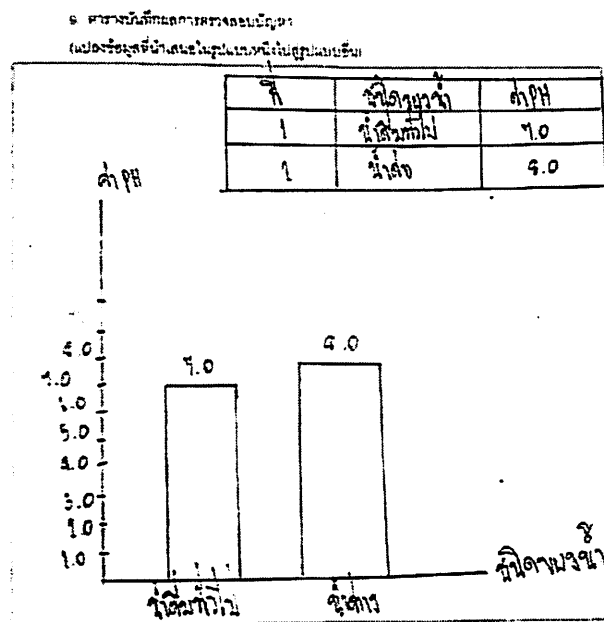
นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับค่าพีเอชของดินได้ถูกต้อง แต่ยังคงขาดการอ้างอิงแหล่งข้อมูลที่ได้สืบค้นมา แสดงตัวอย่างคำตอบนักเรียนดังนี้ (G1 , ใบกิจกรรมที่ 2)

"...สามารถปลูกได้ เพราะว่าค่าพีเอชที่ตรวจสอบได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่แร่ธาตุอาหารหลักของพืชภายในดินสามารถละลายได้ดี ซึ่งแร่ธาตุหลักของพืชสามารถละลายในดินได้ดีในช่วงพีเอชเท่ากับ 6 - 7"

ในขั้นที่ 4 การนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ได้นำเสนอในบริบท น้ำยาลอกผิวขาว ซึ่งให้นักเรียนได้ร่วมกันสืบค้นข้อมูลและจัดทำอินโฟกราฟิกผ่านเว็บไซต์ Canva และนำเสนอผ่านการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ พบว่านักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องอินดิเคเตอร์มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่นำเสนอพร้อมอธิบายได้อย่างสมเหตุสมผล

3.3 วงจรปฏิบัติการที่ 3

นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่นที่นอกเหนือจากการบรรยายได้ และลงข้อสรุปจากการแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบด้วยวิธีการที่นักเรียนออกแบบ ซึ่งการลงข้อสรุปข้อมูล นักเรียนสามารถลงข้อสรุปได้ถูกต้อง แต่ไม่ได้ระบุเฉพาะเจาะจงและไม่ได้อธิบายเหตุผลเพิ่มเติมจากผลการตรวจสอบที่ได้ และยังขาดการอ้างอิงถึงหลักฐานที่ยกมานำเสนอ แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังภาพ 23 และภาพ 24



ภาพ 23 แสดงตัวอย่างการบันทึกผลการตรวจสอบ และการแปลงข้อมูลนำเสนอในรูปแบบอื่นของนักเรียนกลุ่มที่ 3

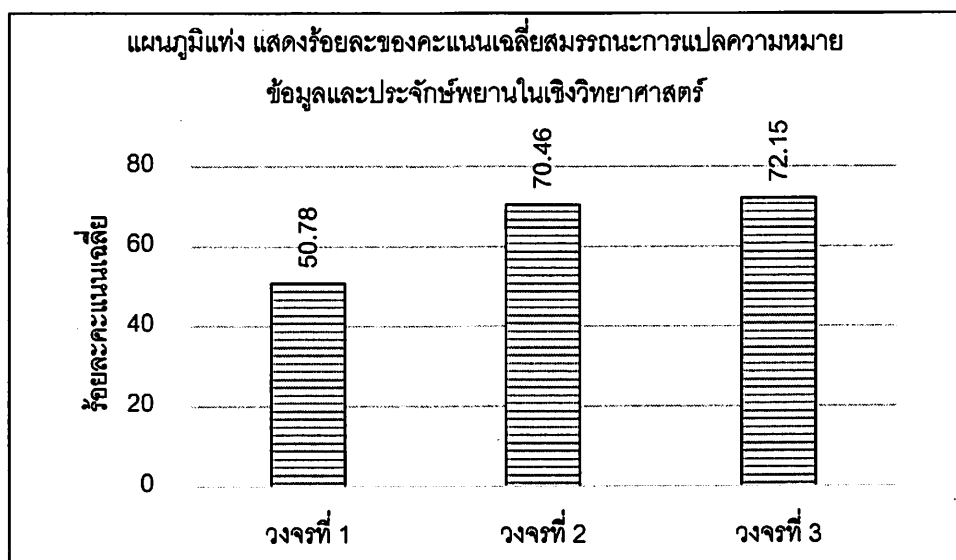
10. จากข้อมูลผลการตรวจสอบในข้อที่ 9 นักเรียนได้ข้อสรุปว่าอย่างไร

(วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป)

น้ำดื่มทั่วไปมีค่า pH เท่ากับ 7 มีจุดกึ่งเป็นกลาง

น้ำดื่มกึ่งมีค่า pH เท่ากับ 9 มีจุดกึ่ง เป็นเบส

ภาพ 24 แสดงตัวอย่างการลงข้อสรุปของข้อมูลจากวิธีการตรวจสอบข้อมูล
ของนักเรียนกลุ่มที่ 1



ภาพ 25 แสดงแนวโน้มร้อยละของคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล
และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

จากภาพ 25 ผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการแปลความหมาย
ข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละเฉลี่ยในวงจรถ้าที่ปฏิบัติกาที่ 1 2 และ 3
เท่ากับ 50.78 70.46 และ 72.15 ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ผลการประเมินพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้ครบทุกวงจรปฏิบัติการ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยทำการวัดก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี แบ่งการวิเคราะห์ตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ รายละเอียดดังนี้

1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนสมรรถนะเฉลี่ย 2.50 คิดเป็นร้อยละ 25.00 และหลังจากการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ย 4.36 คิดเป็นร้อยละ 43.62

นักเรียนส่วนใหญ่ สามารถนำความรู้เรื่องสารละลายบัฟเฟอร์มาใช้สร้างคำอธิบายเกี่ยวกับอาการปวดเกร็งกล้ามเนื้อได้อย่างถูกต้อง แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังภาพ 26

คำถามข้อที่ 15 - บัฟเฟอร์

ยุทธพงศ์เป็นนักกรีฑาประจำโรงเรียน ในทุกเช้ายุทธพงศ์วิ่งออกกำลังกายเป็นระยะทาง 5 กิโลเมตร แต่เนื่องจากเส้นทางปกติถูกปิดปรับปรุงเพื่อซ่อมแซมถนน ยุทธพงศ์จึงต้องวิ่งอ้อมสวนสาธารณะ ทำให้ระยะทางที่วิ่งเพิ่มขึ้นรวมเป็น 10 กิโลเมตร ขณะที่ยุทธพงศ์วิ่งได้ระยะทาง 8 กิโลเมตร เริ่มมีอาการเหนื่อยหอบหายใจแรง ปวดเกร็งกล้ามเนื้อขา ขาและราเริ่มเป็นตะคริว เขาจึงหยุดวิ่งและพักหายใจไม่นานอาการจึงหายไป

คำถาม เพราะเหตุใดอาการปวดเกร็งกล้ามเนื้อของยุทธพงศ์จึงหายเพียงแค่หยุดวิ่งและพักหายใจ
 เพราะผมวิ่งออกกำลังกายเป็นประจำทุกวัน ในระหว่างที่วิ่งนั้นรู้สึกตัวอ่อนแรงและ
 รู้สึกเหนื่อยหอบมาก ๆ. ภายใต้วงแขนของเราใช้ตะกั่ว. ในกระบอกมีกรดอะมิโนและบัฟเฟอร์.
 ไปเดินอ้อมเขา ช่วยคุณ. ดังนั้นอาการปวดเกร็งกล้ามเนื้อของยุทธพงศ์เกิดจากการ
 ผลิตกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ. การผลิตกรดแลคติกที่มากเกินไปในกล้ามเนื้อเกิดเป็นตะคริวและ
 ปวดอกโตได้. เมื่อพักแล้วกล้ามเนื้อได้ออกซิเจนออกมากจึงคลายตัวหายเหนื่อย.

ภาพ 26 แสดงตัวอย่างคำตอบการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสร้างคำอธิบาย
 ได้อย่างถูกต้อง

และนักเรียนบางส่วน ยังไม่สามารถนำความรู้เรื่องค่าพีเอชของสารละลายไปสร้างคำอธิบายเชื่อมโยงกับสถานการณ์ได้ แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังภาพ 27

นักเรียนจะแนะนำให้อัดดาเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ ระหว่าง 1) สบู่หัวเชื้อโดสแรงขาวผสม AHA 70% หรือ 2) ครีมผิวขาวผสม AHA 10% ชาวได้ใน 2 เดือน พร้อมบอกเหตุผล

เลือก 1) ครีมผิวขาวผสม AHA 10%

ภาพ 27 แสดงตัวอย่างคำตอบที่ไม่สามารถนำความรู้ไปสร้างคำอธิบายเชื่อมโยงกับสถานการณ์ได้

2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนสมรรถนะเฉลี่ย 2.41 คิดเป็นร้อยละ 24.12 และหลังจากการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ย 4.60 คิดเป็นร้อยละ 46.00

ส่วนก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนไม่สามารถเลือกวิธีการตรวจสอบค่าพีเอชของสารละลายได้ และไม่ได้ให้เหตุผลประกอบ ส่วนหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเลือกวิธีการหาค่าความเป็นกรด-เบสได้อย่างถูกต้อง และสามารถให้เหตุผลประกอบได้อย่างสมเหตุสมผล ดังตัวอย่างคำตอบ "ใช้เครื่องวัดพีเอช เพราะเครื่องวัดค่าพีเอชจะมีความแม่นยำและถูกต้องมากกว่าการใช้กระดาษลิตมัส" (S15, แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หลังเรียน)

3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนสมรรถนะเฉลี่ย 2.68 คิดเป็นร้อยละ 26.88 และหลังจากการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ย 5.55 คิดเป็นร้อยละ 55.50

นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบอื่นๆ นอกเหนือจากการเขียนบรรยายได้อย่างถูกต้อง และสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายได้ และนักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่มี

พร้อมกับหลักฐานจากสถานการณ์เรื่องฝนกรดที่กำหนดให้ อีกทั้งยังสามารถวิเคราะห์และประเมิน
ข้อโต้แย้งโดยอ้างอิงจากหลักฐานได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดัง
ภาพ 28 (S13 , แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังเรียน)

สุดท้ายไม่เห็นด้วยการสรุปของคิด จึงได้เปรียบเทียบข้อมูลในตารางและบอกว่ามีชื่อ
บางส่วนที่ไม่สนับสนุนการสรุปของคิด
คำถาม ข้อมูลในส่วนใดที่สุดท้ายบอกว่าไม่สนับสนุนการสรุปของคิด พร้อมอธิบาย
1. เหตุที่น้ำที่ตกหนัก ปี พ.ศ. 2554 - 2556 เกิดฝนกรด และ น้ำที่ตกหนักและน้ำที่ตก
หนักตามเมืองแก้วสก็มในโครย ได้เกิดฝนกรดลดลง
2. เหตุที่น้ำที่ตกหนักตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 - 2557 ปี พ.ศ. 2556 - 2557 ปี พ.ศ. 2557
ดริ่ง และลงในช่วงปี พ.ศ. 2556 - 2557 มีปริมาณฝนที่ลดลง จึงมีน้ำที่
การเกิดแก๊สที่ไม่ใช่ได้เกิดฝนกรดลดลง

ภาพ 28 แสดงตัวอย่างคำตอบการประเมินข้อโต้แย้งจากหลักฐานและประจักษ์พยาน
ได้อย่างถูกต้องชัดเจน

จากการวิเคราะห์สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ จากแบบวัดความฉลาดรู้
ด้านวิทยาศาสตร์สามารถแสดงผลคะแนนเฉลี่ย ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ
ใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี

ตัวบ่งชี้	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
		\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.
1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ ในเชิงวิทยาศาสตร์	10	2.50	1.06	4.36	2.11
2. สมรรถนะการประเมินและ ออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	10	2.41	1.14	4.60	1.82
3. สมรรถนะการแปลความหมาย ข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์	10	2.68	2.06	5.55	1.06
คะแนนรวมเฉลี่ยจากแบบวัดความ ฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์	30	7.59	1.42	14.50	1.66
ระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์		1b		2	

พบว่า ระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากระดับ 1b
เพิ่มเป็นระดับ 2 ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ตามตัวบ่งชี้แต่ละสมรรถนะ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการใน
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด รองลงมา
ได้แก่ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถสรุปตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี ที่เหมาะสมกับการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ 4 ชั้น รายละเอียดดังต่อไปนี้

ชั้นที่ 1 ชั้นกำหนดสถานการณ์

ในชั้นนี้ นักเรียนจะได้ร่วมกันระบุประเด็นปัญหาและแยกแยะประเด็นปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนจะลงข้อสรุปเป็นปัญหาเพื่อใช้ตรวจสอบร่วมกัน ผ่านการนำเสนอสถานการณ์ในรูปแบบวิดีโอประกอบบทความของครูผู้สอน โดยสถานการณ์ที่นำมาควรเป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน ไม่มีความซับซ้อนเกินไป หรือเป็นบริบทในชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่ เพื่อสร้างความคุ้นเคยและกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ

ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติ

นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ร่วมกันระดมความคิดเพื่อเสนอวิธีการตรวจสอบประเด็นปัญหาเรื่อง กรด-เบส ที่ได้เลือกไว้ โดยแต่ละกลุ่มจะได้นำเสนอวิธีการตรวจสอบที่ออกแบบไว้ เพื่อให้เพื่อนกลุ่มอื่นๆ ได้ร่วมกันประเมินว่าวิธีการที่นำเสนอานั้นถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ มีส่วนใดจะต้องปรับปรุงเพื่อให้การตรวจสอบมีประสิทธิภาพ ในการตรวจสอบประเด็นปัญหาเรื่อง กรด-เบส ครูผู้สอนควรกำหนดให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในพื้นที่จริง และติดต่อสื่อสารกันในกลุ่มผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ

นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้เรียนรู้แนวคิดสำคัญผ่านการนำเสนอผลการตรวจสอบในประเด็นปัญหาเรื่อง กรด-เบส ซึ่งนักเรียนจะมีอิสระในการออกแบบผลการตรวจสอบผ่านเว็บไซต์ Canva หรืออื่นๆ ที่สนับสนุนการสร้างงานนำเสนอ การนำหลักฐานที่สืบค้นจากเว็บไซต์หรือแหล่งที่มาที่เชื่อถือได้ประกอบการอธิบายอย่างสมเหตุสมผล ร่วมกันประเมินความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของผลนั้น จากนั้นครูและนักเรียนจะร่วมกันอภิปรายผลการตรวจสอบและลงข้อสรุปที่ได้รับจากการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

ครูนำเสนอสถานการณ์ใหม่ที่มีความคล้ายคลึงกับสถานการณ์เดิมผ่านวิดีโอประกอบบทความ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายหรือลงมือปฏิบัติเพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของสิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยครูผู้สอนสามารถดำเนินกิจกรรมในรูปแบบออนไลน์ ผ่านการทำงานบนแพลตฟอร์มออนไลน์ เพื่อกระชับเวลาในคาบหรือขยายองค์ความรู้ของนักเรียนเพิ่มเติมได้

2. พัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี

จากการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 48.01 63.63 และ 62.58 ตามลำดับ และเมื่อประเมินพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละ 25.30 และ 48.33 ตามลำดับ โดยนักเรียนมีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนในระดับ 1a จำนวน 9 คน ระดับ 1b จำนวน 12 คน และ

ระดับ 2 จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 40.91 54.55 และ 4.54 ตามลำดับ เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสริมจุดเน้น นักเรียนมีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในระดับ 1a จำนวน 2 คน ระดับ 2 จำนวน 15 คน และระดับ 3 จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 9.09 68.18 และ 22.73 ตามลำดับ ซึ่งนักเรียนมีพัฒนาการในสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการประเมินและออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยขออภิปรายตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี ที่เหมาะสมกับการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้น สามารถอภิปรายผลได้ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์

ขั้นกำหนดสถานการณ์มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ร่วมกันระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์จากบริบทหรือสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ ซึ่งบริบทหรือสถานการณ์ที่นำมาเสนอนั้นมีความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ ตามงานวิจัยของจินดาพรหมณัฐ (2553) ที่ได้กล่าวว่า การใช้สถานการณ์ที่อยู่รอบตัวนักเรียนจะเป็นจุดผลักดันให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในคำศัพท์ แนวคิด หลักการและสิ่งต่างๆ ได้ดีขึ้น ดังนั้นบริบทที่นำเสนอจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่ควรจะใช้ประเด็นปัญหาที่อยู่ในความสนใจของนักเรียน หรือเป็นเหตุการณ์ที่นักเรียนมีโอกาสพบเจอในชีวิตประจำวัน อีกทั้งสถานการณ์นั้นไม่ควรซับซ้อนมากเกินไปเพราะจะทำให้ให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับสถานการณ์ได้ โดยการเลือกใช้บริบทที่แตกต่างกันในแต่ละแผนขึ้นอยู่กับการเรียนรู้ที่คาดหวังและความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งทัศนิน เครือทอง (2553) ได้กล่าวว่า วิธีการระดมความคิด จะเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีในการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียน แต่ละคนที่มีความรู้และประสบการณ์ที่แตกต่างกัน โดยการนำเสนอบริบทหรือสถานการณ์ผ่านสื่อ

มัลติมีเดียต่างๆ ทั้ง รูปภาพและวิดีโอรวมกับการใช้บทความ จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในสถานการณ์หรือบริบทที่น่าเสนอได้ดีกว่าบทความเพียงอย่างเดียว เนื่องจากสื่อมัลติมีเดียจะช่วยสร้างความสนใจของนักเรียน และทำให้นักเรียนมีสมาธิกับกิจกรรมได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพรพิมล ดอนหงส์ไผ่ (2556) ได้ศึกษาผลการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่า การนำเสนอภาพกราฟิก การ์ตูน เสียงเพลง ภาพเคลื่อนไหวหรือวิดีโอ จะเป็นจุดสร้างความสนใจแก่ผู้เรียนเป็นอย่างดี เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนให้ความสนใจในบทความน้อยและส่วนใหญ่จะรอให้เพื่อนคนอื่น ๆ อ่านให้จบก่อน ผู้วิจัยจึงได้เปลี่ยนการนำเสนอในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เป็นการนำเสนอผ่านวิดีโอ ประกอบบทความแทน สังเกตเห็นว่านักเรียนให้ความสนใจกับการนำเสนอสถานการณ์ที่มากขึ้น และได้ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อตอบคำถามทำให้นักเรียนสามารถนำข้อมูลที่สืบค้นมาได้มาวิเคราะห์เพื่อเชื่อมโยงกับบริบทหรือสถานการณ์ประกอบการอธิบายได้

ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติ

การจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ จะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ระดมความคิดร่วมกันออกแบบวิธีการตรวจสอบปัญหาและลงมือตรวจสอบปัญหา ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ให้นักเรียนแบ่งหน้าที่และหาตัวแทนในการเก็บตัวอย่าง ซึ่งเมื่อวิเคราะห์จากวิดีโอที่นักเรียนได้บันทึกขณะเก็บตัวอย่างพบว่า นักเรียนบางกลุ่มยังเก็บตัวอย่างด้วยวิธีการที่ไม่ถูกต้องตามหลักการที่นักเรียนภายในกลุ่มได้ออกแบบไว้ จากการสอบถามตัวแทนกลุ่มที่เก็บน้ำตัวอย่าง นักเรียนให้เหตุผลว่าก่อนลงพื้นที่เก็บตัวอย่างไม่ได้ทบทวนวิธีการและขณะเก็บตัวอย่างไม่ได้สอบถามเพื่อนในกลุ่ม ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 จึงได้ปรับเปลี่ยนให้ตัวแทนนักเรียนติดต่อสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่มโดยผ่านการใช้ออปพลิเคชัน Zoom จากการสังเกตพบว่านักเรียนมีการแนะนำและทบทวนวิธีการของกลุ่มให้เพื่อนฟังก่อนเก็บตัวอย่าง และแสดงความคิดเห็นถึงบริเวณที่จะเก็บตัวอย่างดินเมื่อลงพื้นที่จริง ซึ่งการใช้ออปพลิเคชันสำหรับการสื่อสารออนไลน์จะช่วยให้นักเรียนได้วิเคราะห์สถานการณ์จริงและประเมินวิธีการที่ได้ออกแบบไว้ว่าต้องปรับปรุงหรือไม่ สอดคล้องกับบทความวิชาการของวรพร รัศมีจาดรงค์ (2561) ที่ได้กล่าวว่า การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของผู้เรียนผ่านสื่อสังคมออนไลน์จะช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ตลอดเวลา ไร้ข้อจำกัดเรื่องสถานที่และเวลา หรือการลงมือปฏิบัติผ่านโปรแกรมจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ในวงจรการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ซึ่งการจัดการเรียนรู้ด้วยโปรแกรมจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการการออกแบบวิธีการตรวจสอบปัญหาและการคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์ได้อีกด้วย เนื่องจากนักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของการคาดคะเนได้ทันทีทันใดซึ่งจะมีผลต่อการตัดสินใจลง

ข้อสรุปของเหตุการณ์นั้นๆ ได้อย่างถูกต้องมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของจันทรจิรา แก้วโกย (2554) ที่ศึกษาผลการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนจริง ซึ่งปรากฏการณ์ว่านักเรียนในห้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เนื่องจากห้องทดลองเสมือนจะไม่มีข้อจำกัดในเรื่องประเภทและปริมาณของสารที่ใช้ในการพิสูจน์หรือทดสอบสมมติฐาน และการใช้ห้องทดลองเสมือนจะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นภาพที่ชัดเจนมากขึ้นด้วย

ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ

ในขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ นักเรียนจะได้เรียนรู้ผ่านการนำเสนอผลการตรวจสอบ โดยนักเรียนจะได้ออกแบบการนำเสนอผลการตรวจสอบ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนได้ใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอกเซลในการจัดกระทำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้ให้อยู่ในรูปแบบตารางและนำเสนอในรูปแบบกราฟความสัมพันธ์ ซึ่งการใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอกเซลจะมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง หรือการออกแบบการนำเสนอผ่านเว็บไซต์แคนวา เมื่อเปรียบเทียบกับการนำเสนอในช่วงเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีพบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นและร่วมกันแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มมากขึ้น สอดคล้องกับข้อค้นพบของ Bingimlas (2009) และ British Education Communication and Technology Agency (BECTA) (2004) ที่ได้ระบุว่า เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมีประโยชน์อย่างมากสำหรับการนำมาใช้ในการนำเสนอข้อมูลในห้องเรียน เพื่อท้าทายความคิดของนักเรียนโดยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอภิปรายร่วมกันจนนำไปสู่การลงข้อสรุปของการตรวจสอบในประเด็นปัญหานั้นๆ กล่าวคือ เมื่อนักวิทยาศาสตร์ได้ข้อค้นพบหรือผลการทดลองใดๆ นักวิทยาศาสตร์ต้องนำเสนอสิ่งนั้นให้กับสาธารณชนทราบ และหากได้รับการโต้แย้งนักวิทยาศาสตร์จะต้องนำหลักฐานหรือประจักษ์ต่างๆ มาพิสูจน์สิ่งที่นำเสนอเพื่อให้เกิดการยอมรับจากสาธารณชน (McNeil, 2009) หรือการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียน เช่น โปรแกรมไมโครซอฟต์เอกเซลเพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เก็บรวบรวมมากับตัวแปรที่ต้องการศึกษาภายในเวลาอันรวดเร็ว จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในแนวคิดที่กำลังศึกษาได้ง่ายและดีมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเอกภูมิ จันทรชันตี (2558) และครูยังสามารถใช้ข้อมูลที่นักเรียนได้นำเสนอไปสร้างเป็นคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอภิปรายเป็นกลุ่มโดยใช้เหตุและผล แลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายหลังการทดลองได้ด้วย

ขั้นที่ 4 ขันนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

ในขั้นการนำเสนอบริบทหรือสถานการณ์ใหม่ ควรใช้บริบทหรือสถานการณ์ที่มีความใกล้เคียงและคล้ายคลึงกับสถานการณ์เดิม เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาสาระที่ได้เรียนรู้ในสถานการณ์เดิมเข้ากับสถานการณ์ใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของเกสตัลท์ (อ้างถึงใน สุทธิเกียรติ มีลาภ, 2558) ที่ว่า เมื่อผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาหนึ่งได้แล้ว ในคราวถัดไปเมื่อเกิดปัญหาขึ้นอีกครั้งในลักษณะใกล้เคียงกันผู้เรียนจะสามารถมองเห็นถึงความสัมพันธ์ของปัญหาครั้งก่อน และนำมาดัดแปลงใช้กับสถานการณ์ใหม่ได้ ซึ่งครูผู้สอนสามารถนำเสนอบริบทหรือสถานการณ์ใหม่ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ โดยใช้เป็นบทความหรือวิดีโอหรือสื่อมัลติมีเดียอื่นๆ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ไม่จำกัดด้วยสถานที่และเวลา (สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน, 2552) และเป็นการทำงานที่จะตรวจสอบการเชื่อมโยงความรู้ของนักเรียนเนื่องจากนักเรียนสามารถตอบได้ทันที และสามารถตรวจสอบแหล่งข้อมูลอ้างอิงของนักเรียนได้ด้วย (จารุวิจน์ สองเพียง, 2554; จุไรรัตน์ ทองคำชื่นวิวัฒน์, 2552; Antony Mayfiel, 2008) อีกทั้งการใช้สื่อสังคมออนไลน์ช่วยในการทำกิจกรรมจะมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้พูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน สื่อสังคมออนไลน์นี้จึงเป็นสื่อที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้ผู้เรียนได้เรียนรู้มากขึ้นด้วย (Kommer, 2011)

2. พัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี

พัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี พบว่า คะแนนรวมเฉลี่ยในวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 ร้อยละ 57.99 51.77 และ 64.46 ตามลำดับ ซึ่งจัดเป็นระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 ในระดับ 2 ระดับ 1a และระดับ 3 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อพิจารณาเป็นรายสมรรถนะพบว่าคะแนนเฉลี่ยทั้ง 3 สมรรถนะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยการจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ ได้ดังต่อไปนี้

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นสมรรถนะที่นักเรียนจะต้องแสดงการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล รวมถึงการระบุ ใช้สร้างแบบจำลองและเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยความสมเหตุสมผล อีกทั้งนักเรียนยังอธิบายศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคมได้ จากการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้พบว่า ระหว่างการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่

1-3 ร้อยละ 51.26 62.25 และ 60.45 ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้เทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 25.00 และ 43.62 ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มพัฒนาการที่ดีขึ้น นักเรียนจะได้พัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 4 ชื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับระหว่างการจัดการเรียนรู้ใน 3 ชั้นที่ผ่านมาใช้อธิบายและตอบคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ใหม่ที่นำเสนอ ทำให้นักเรียนได้ฝึกการประยุกต์ใช้และเชื่อมโยงความรู้เข้ากับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เช่น ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เป็นสถานการณ์เกี่ยวกับโรคกระเพาะ นักเรียนจะต้องประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับค่าพีเอชของสารละลายมาอธิบายประกอบการจัดเมนูอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคกระเพาะที่จะต้องได้รับอาหารที่มีฤทธิ์เป็นกรดไม่มากนักนักเรียนจะได้สืบค้นและรวบรวมข้อมูล มาจัดกระทำเพื่อสร้างรูปแบบสำหรับการนำเสนอประกอบการอธิบายอย่างสมเหตุสมผล นอกจากนี้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้มุ่งเน้นให้นักเรียนใช้ความรู้เรื่องการใช้อินดิเคเตอร์เพื่อตั้งสมมติฐานและพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงของสีของอินดิเคเตอร์เพื่อใช้ตรวจสอบสภาพความเป็นกรด-เบสในสถานการณ์เรื่องดินว่ามีความเหมาะสมในการใช้ปลูกพืชหรือไม่ และในวงจรปฏิบัติการสุดท้ายนักเรียนจะได้ใช้ความรู้เกี่ยวกับสารละลายบัฟเฟอร์มาอธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงไม่ควรบริโภคน้ำตาลในปริมาณมาก การบริโภคน้ำตาลในปริมาณที่มากเกินไปจะส่งผลเสียต่อสุขภาพอย่างไร เป็นต้น ซึ่งได้สอดคล้องกับจินดา พรหมณัฐ (2553) ที่ได้นำบริบทเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดจากฝนกรดมากระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิดเรื่องปัจจัยการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับไปใช้อธิบายในสถานการณ์อื่นๆ ที่มีความคล้ายคลึงกันได้

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในสมรรถนะนี้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 คิดเป็นร้อยละ 42.00 58.18 และ 55.14 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น ซึ่งนักเรียนจะได้ร่วมกันระบุประเด็นปัญหาและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ว่าสามารถตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ อีกทั้งนักเรียนจะต้องร่วมกันระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการตรวจสอบและแก้ไขปัญหานั้นที่กำหนด และร่วมกันอภิปรายเพื่อประเมินวิธีการของกลุ่มอื่นๆ ว่ามีความน่าเชื่อถือหรือไม่ เช่น ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนจะได้ตรวจสอบปัญหาเกี่ยวกับฝนกรด ซึ่งนักเรียนจะต้องออกแบบวิธีการตรวจสอบหาคุณภาพของน้ำฝน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนจะได้ทำการตรวจสอบคุณภาพความเป็นกรด-เบสของดิน ซึ่งในชั้นที่ 2 ชั้นลงมือปฏิบัติ นักเรียนได้ลงพื้นที่เพื่อเก็บตัวอย่างดินและได้ติดต่อสื่อสารกันในกลุ่มผ่านการใช้เครือข่ายสังคม

ออนไลน์ซึ่งมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้ระดมความคิดเห็นและได้ร่วมกันตรวจสอบสภาพพื้นที่จริงและประเมินถึงจุดที่ต้องการเก็บตัวอย่างว่าจากวิธีการที่ได้ออกแบบไว้ในห้องเรียนสามารถใช้ได้กับพื้นที่ที่ต้องการเก็บตัวอย่างหรือไม่ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงได้

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องแสดงถึงการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลในการลงข้อสรุป และนักเรียนต้องแยกแยะได้ว่าข้อโต้แย้งใดมีที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือมาจากแหล่งอื่นๆ ซึ่งจากคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 50.78 70.46 และ 72.15 ซึ่งมีแนวโน้มการพัฒนาที่ดีขึ้น สอดคล้องกับพัชรภรณ์ บุญยทรรศน์ (2558) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงแนวคิดกับสถานการณ์ที่ต้องการอภิปราย เพื่อวิเคราะห์และพิสูจน์ว่านักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจในแนวคิดนั้นๆ เช่นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่นักเรียนได้นำข้อมูลที่ตรวจสอบได้ผ่านแอปพลิเคชันเป็นชุดตัวเลขไปแปลงในรูปแบบตารางและสร้างกราฟความสัมพันธ์เพื่อประกอบการอธิบายเพื่อลงข้อสรุปเกี่ยวกับสภาพความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างน้ำที่นักเรียนเก็บมา หรือในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่นักเรียนได้ระบุข้อสันนิษฐานเกี่ยวกับสภาพความเป็นกรด-เบสของดินพร้อมให้เหตุผลประกอบว่าเพราะสาเหตุใดจึงเลือกเก็บดินในบริเวณนั้นๆ มาตรวจสอบ อีกทั้งนักเรียนยังได้ฝึกแยกแยะและประเมินข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากแหล่งอื่นๆ โดยให้นักเรียนได้พิจารณาถึงความน่าเชื่อถือของโฆษณาในสถานการณ์น้ำยาลอกผิวขาวที่นำเสนอผ่านวิดีโอ พร้อมให้นักเรียนระบุเหตุผลและแสดงหลักฐานประกอบ เป็นต้น

จากการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรพบว่า นักเรียนมีระดับความฉลาดรู้เพิ่มขึ้นจากระดับ 1a ไปที่ระดับ 3 ในวงจรสุดท้าย แต่ในการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับความฉลาดรู้ก่อนการจัดการเรียนรู้ที่ระดับ 1b และหลังการจัดการเรียนรู้ที่ระดับ 2 ซึ่งต่ำกว่าที่ประเมินได้ในระหว่างวงจรปฏิบัติการ เนื่องจากว่าในระหว่างการจัดการเรียนรู้เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มเป็นหลัก นักเรียนได้ติดต่อสื่อสาร แลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มทั้งในห้องเรียนและผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ จึงมีส่วนทำให้พัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าการประเมินหลังการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นการประเมินรายบุคคล และหากพิจารณาเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนจะพบว่า

คะแนนหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนแต่ยังเพิ่มขึ้นไม่มากนัก ซึ่งคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนทั้ง 3 สมรรถนะไม่ถึงร้อยละ 50.0 ทั้งนี้เกิดจากระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ที่ไม่ต่อเนื่องกันจากการเปิดปิดของโรงเรียนในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ซึ่งการประเมินหลังเรียนถูกเว้นระยะห่างจากการจัดการเรียนรู้ช่วงโหม่งสุดท้ายนานกว่า 1 สัปดาห์จึงเป็นสาเหตุให้นักเรียนลืมเนื้อหาและเกิดความสับสนได้

สำหรับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้รับการพัฒนามากที่สุด ได้แก่ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ รองลงมาได้แก่สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเทคโนโลยีที่นำมาบริหารจัดการเรียนรู้มีส่วนช่วยอย่างมากในการแปลงชุดข้อมูลที่ตรวจสอบได้เป็นรูปแบบอื่นๆ เพื่อให้เป็นหลักฐานประกอบการอธิบายเหตุผล อีกทั้งการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์จะให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดและประเมินวิธีการตรวจสอบต่างๆ ได้อย่างทันท่วงที อย่างไรก็ตาม สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ควรได้รับการพัฒนาเพิ่มเติม ซึ่งสามารถพัฒนาได้ในชั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ และขั้นการนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งจะช่วยพัฒนาให้ระดับความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

1.1 บริบทหรือสถานการณ์ที่น่าเสนอควรเลือกให้มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่องกรด-เบสในบริบทที่นักเรียนสามารถพบเจอหรือประสบได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวจากสื่อโฆษณา การตรวจสอบคุณภาพของสิ่งแวดล้อมในชุมชนที่อาศัยอยู่ เป็นต้น

1.2 ปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่จะทำให้ในการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีประสบผลสำเร็จได้แก่ความพร้อมด้านเทคโนโลยีทั้งของโรงเรียน ครูผู้สอน และนักเรียน ดังนั้นก่อนเริ่มกิจกรรมควรแจ้งให้นักเรียนเตรียมความพร้อมของโทรศัพท์เคลื่อนที่ สัญญาณอินเทอร์เน็ต แอปพลิเคชันและโปรแกรมที่เกี่ยวข้องให้เรียบร้อย เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้เรื่องกรด-เบส เช่น โปรแกรมจำลองห้องปฏิบัติการทางเคมีสามารถนำมาใช้ทดแทนการทดลองจริงได้ แอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์สำหรับการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของสารเคมี เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปในชั้นลงมือปฏิบัติ ควรออกแบบกิจกรรมโดยให้บูรณาการการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์เพื่อส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

2.2 ระหว่างการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนเกิดทักษะด้านอื่นๆ ดังนั้นควรมีการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม เช่น ทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ทักษะการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กนิษฐกานต์ เบญจพลาภรณ์. (2561). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2546). หนังสือเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องเทคโนโลยีการศึกษา: สื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กิตตินันท์ ขอบธรรม. (2561). การเรียนรู้และสภาวะการจดจำระหว่างเรียนรู้ผ่านสื่อมัลติมีเดีย 3 ประเภท: กรณีศึกษาความรู้เรื่องโรคเบาหวาน (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- กุลธิดา ชนาภิมุข. (2561). การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืช. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 22(2), 62-73.
- โกวิทย์ ปิติพงศ์พล. (2563). การพัฒนาศักยภาพครูในการผลิตสื่อมัลติมีเดียด้วย Google Apps for Education เพื่อการจัดการเรียนรู้ในวิทยาลัยการอาชีพด่านซ้าย สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- จันทร์จิรา แก้วโกย. (2554). ผลของการใช้ห้องทดลองเสมือนแบบสืบสอบแบบมีและไม่มีการกำหนดแนวทางที่มีต่อการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิตรลดา พิศาลสุพงศ์ และสุพัตรา ศรีภูมิ (2560). การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัยและนวัตกรรม. วารสารเศรษฐกิจและสังคม, 54(1), 50-54.
- จินดา พรหมณัฐ. (2553). ผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยบริบทเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารศรีนครินทร์วิโรฒวิจัยและพัฒนา, 2(1), 33-39.

- ชำนาญ เขาวีรติพงษ์. (2534). แนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทย. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). เทคโนโลยีการศึกษา: ทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2559). นวัตกรรมและสื่อในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยศิลปากร ฉบับภาษาไทย มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ, 9(1), 560-581.
- พัศตริน เครือทอง. (2553). การใช้การเรียนรู้อย่างมีบริบท Learning science in context. นิตยสาร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 38(166), 56-59.
- ธรรมบุญ ใจชนะบุรานนท์. (2531). นโยบายและผลกระทบทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อการพัฒนาประเทศ, ธรรมชาติวิทยา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- ธีรศักดิ์ ใจจนราธา. (2563). เรียนวิทย์อย่างทันสมัย สนุกและฉลาด...ด้วยสมาร์ตโฟน. นิตยสาร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 48(224), 33-37.
- นิคม ทาแดง และคันสนีย์ สังสรรค์อนันต์. (2556). "การใช้สื่อการสอนวิทยาศาสตร์" ใน เอกสาร การสอนชุดวิชาสื่อการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (หน่วยที่ 8). นนทบุรี: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- พรพิมล ดอนหงส์ไผ่. (2556). ผลการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารรอบตัวเรา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารวิชาการ Veridian E-Journal, Silpakorn University, 6(1), 782-792.
- พลอยนัฏดา ผาบไชย. (2561). การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พัชรมัย นิมลลอ. (2559). ผลการใช้แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อความเข้าใจในทัศนชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชณูสินี จักรแก้ว. (2559). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- ภรณ์ภัสธรณ์ จำชัยภูมิ. (2557). การพัฒนาแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ปฏิบัติการเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ภาวิตา สายโสภาศ. (2557). การพัฒนาบทเรียนบนเว็บ เรื่อง การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ตามโปรแกรมประเมินผลนักเรียนนานาชาติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยุพาวรรณ คำทา. (2557). การพัฒนาแนวคิดและความสามารถในการนำความรู้ เรื่อง บรรยากาศไปใช้ในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2554). พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2525. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- วรรณพงษ์ สุทธิเวสน์วรากล. (2563). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 11(2), 254-279.
- วราพร รัศมีจาตุรงค์. (2561). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรังสิต.
- วิทย์ เทียงบุญธรรม. (2539). พจนานุกรมไทยอังกฤษ ฉบับรวมศาสตร์. กรุงเทพฯ: รวมสาส์น.
- วิชวินท์ ทองมังกร. (2558). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐานเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรังสิต.
- วิมลมาศ ศรีนาราง. (2562). เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. นิตยสาร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 47(219), 26-29.
- ศิริรัตน์ พริกสี. (2556). . นวัตกรรมเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอนเคมี. นิตยสาร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 41(181), 17-18.
- ศุภกร สุขยิ่ง. (2560). การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้ข่าวเป็นสื่อ เรื่อง สภาพสมดุล เพื่อพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ตัวอย่างข้อสอบการประเมินผลนานาชาติ PISA และ TIMSS: วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไร และทำอะไรได้บ้าง*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ชัคเซสท์บัลเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ. (2555). *นโยบาย และแผน เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2555-2564)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.).
- สุทธิเกียรติ มีลาภและณัฐธนนท์ หงส์วิริทธิ์ธร. (2558). การประยุกต์ใช้ทฤษฎีเกสตัลท์กับแคปทีซ่า: การศึกษาด้านความง่ายต่อผู้ใช้. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 23(4), 693-707.
- สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี และอัมพลิกา ประโมจรรย์. (2551). *รายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น โครงการ PISA 2006*. กรุงเทพฯ: เซเว่นพรีนติ้งกรุ๊ป.
- อนุชา แป้นจันทร์. (2556). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีบริบท เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เพื่อพัฒนาความเข้าใจในทัศนและความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- เอกรัตน์ ศรีตัญญู. (2555). การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในวิชาเคมี. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 27(2), 33-44.
- เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์. (2545). *เทคโนโลยีการศึกษาหลักการและแนวคิดสู่ปฏิบัติ*. สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- Antony J., & Harry E. (2011). Smart Phones, a Powerful Tool in the Chemistry Classroom. *Journal of Chemical Education*. 88, 686-686.

- Bennett, J. & Lubben, F.(2006). Context-based chemistry: the Salters approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 999-1015.
- Carter V. Good. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw-Hill Book.
- Darkwah, V.A. (2006). *Undergraduate nursing students' level of thinking and self-efficacy in patient education in a context-based learning program*. Canada: University of Alberta.
- De Jong. (2008). Context-based chemical education: How to improve it?. *Chem Edu Int*, 8, 1-7.
- Edgar Dale. (1969). *Audio-Visual Methods in Teaching*. New York: The Dryden Press Holt, Rineheart and Winston, Inc.
- Elster, D. (2009). Biology in context: teachers' professional development in learning communities. *Journal of Science Education*. 28(9), 53-61.
- Eric Kehoe and R. Lee Penn. (2013). Introducing Colorimetric Analysis with Camera Phones and Digital Cameras: An Activity for High School or General Chemistry. *Journal of Chemical Education*. 90(9), 1191-1195.
- Gagne, R.M. and Briggs, L.J. (1979). *Principles of Instructional Design*. 2nd Ed. Holt. Rineheart and Winston, New York.
- Gillbert, J.K. (2006). On the nature of "context" in chemistry education. *International Journal of Science Education*, 28(29), 957-976.
- Hancock, A. (1977). *Planning for Educational Mass Media*. London: Longman.
- Heinich, Robert, and others. (1989). *Instructional Media and Technology for Learning*. 5th ed. New Jersey: Prentice-Hall.
- Jodi L., Anna N., and David J. (2018). Whether and How Authentic Contexts Using a Virtual Chemistry Lab Support Learning. *Journal of Chemical Education*. 95, 1250-1259.
- Kemmis, S. and McTaggart, R. (2000). *Participatory action research*. In N. Denzin and Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research*. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: Sage, pp.567-605

- Myra T. Koesdjojo and etc. (2015). Cost Effective Paper-Based Colorimetric Microfluidic Devices and Mobile Phone Camera Readers for the Classroom. *Journal of Chemical Education*. 92(4), 737-741.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. Paris; OECD Publishing, <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- Overtoon, T. L., Byers, B., and Seery, M.K. (2015). *Context and Problem based Learning in Higher Level Chemistry Education: Innovation Methods of Teaching and Learning Chemistry in Higher Education*. UK: RSC Publishing.
- Wieringa, N., F. J. J. M. Janssen, and J.H. Van Driel. (2011). Biology Teachers Designing Context'Based Lessons for Their Classroom Practice The importance of rules of thumb. *International Journal of Science Education*. 33(17), 2437-2462.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความฉลาดรู้
ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้
เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภารัตน์ เชื้อชวด ไชยสิทธิ์
อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล
อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. นางสาวสวาสดี ปานเพ็ง
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนจ่านกร้อง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบท
เป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 10 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบท
เป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ค่าพีเอช
ของสารละลาย

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3		
1. จุดประสงค์การเรียนรู้					
1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับ ผลการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของ นักเรียนด้านความรู้/พหุพิสัยได้อย่างชัดเจน	5	5	4	4.67	มากที่สุด
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของ นักเรียนด้านกระบวนการ/ทักษะพิสัยได้อย่าง ชัดเจน	4	5	5	4.67	มากที่สุด
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึง พฤติกรรมของนักเรียนด้านจิตพิสัย/คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	4	5	4	4.33	มาก
1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์	4	5	5	4.67	มากที่สุด
1.6 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4	5	5	4.67	มากที่สุด

ตาราง 10 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3		
1.7 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2. กิจกรรมการเรียนรู้					
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนของ การจัดการเรียน โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ใช้บริบทที่เกิดขึ้นจริงใน ชีวิตของนักเรียน	5	3	5	4.33	มาก
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ ในเชิงวิทยาศาสตร์	5	4	5	4.67	มากที่สุด
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการประเมินและการ ออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	4	4	5	4.33	มาก
2.6 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	5	4	5	4.67	มากที่สุด
2.7 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ ลงมือปฏิบัติจริง	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.8 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เหมาะสม	4	4	5	4.33	มาก

ตาราง 10 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3		
2.9 บทความ เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่นำมา เป็นบริบทในการจัดการเรียนการสอนเหมาะสมกับ การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตาม กรอบของ PISA	4	3	5	4.00	มาก
3. สื่อการจัดการเรียนรู้					
3.1 สื่อการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อ กิจกรรมการเรียนรู้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
3.2 สื่อการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4.33	มาก
3.3 สื่อการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน พัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์	5	4	5	4.67	มากที่สุด
3.4 สื่อการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน พัฒนาสมรรถนะการประเมินและการออกแบบ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4	4	5	4.33	มาก
3.5 สื่อการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน พัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ การใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	5	4	5	4.67	มากที่สุด
4. การวัดและประเมินผล					
4.1 วิธีการวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
4.2 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผล มีความเหมาะสมต่อวิธีการวัด	5	5	4	4.67	มากที่สุด
4.3 เกณฑ์การประเมินผลชัดเจนและเหมาะสม	5	5	4	4.67	มากที่สุด

ตาราง 11 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบท
เป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง
อินดิเคเตอร์

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3		
1. จุดประสงค์การเรียนรู้					
1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับ ผลการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของ นักเรียนด้านความรู้/พุทธิพิสัยได้อย่างชัดเจน	4	5	4	4.33	มาก
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของ นักเรียนด้านกระบวนการ/ทักษะพิสัยได้อย่าง ชัดเจน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึง พฤติกรรมของนักเรียนด้านจิตพิสัย/คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	5	5	4	4.67	มากที่สุด
1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์	4	5	4	4.33	มาก
1.6 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4	5	5	4.67	มากที่สุด
1.7 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	4	4.67	มากที่สุด

ตาราง 11 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3		
2. กิจกรรมการเรียนรู้					
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนของการจัดการเรียนโดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ใช้บริบทที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตของนักเรียน	4	3	5	4.00	มาก
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	4	4	5	4.33	มาก
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5	4	5	4.67	มากที่สุด
2.6 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	5	4	5	4.67	มากที่สุด
2.7 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.8 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสม	4	4	5	4.33	มาก

ตาราง 11 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3		
2.9 บทความ เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่นำมา เป็นบริบทในการจัดการเรียนการสอนเหมาะสมกับ การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตาม กรอบของ PISA	5	3	5	4.33	มาก
3. สื่อการจัดการเรียนรู้					
3.1 สื่อการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อ กิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	4.33	มาก
3.2 สื่อการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
3.3 สื่อการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน พัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์	5	4	5	4.67	มากที่สุด
3.4 สื่อการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน พัฒนาสมรรถนะการประเมินและการออกแบบ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5	4	5	4.67	มากที่สุด
3.5 สื่อการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน พัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ การใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	5	4	5	4.67	มากที่สุด
4. การวัดและประเมินผล					
4.1 วิธีการวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4.2 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมิน ผลมีความเหมาะสมต่อวิธีการวัด	4	5	4	4.33	มาก
4.3 เกณฑ์การประเมินผลชัดเจนและเหมาะสม	5	5	4	4.67	มากที่สุด

ตาราง 12 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบท
เป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารละลาย
บัฟเฟอร์

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3		
1. จุดประสงค์การเรียนรู้					
1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับ ผลการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของ นักเรียนด้านความรู้/พุทธิพิสัยได้อย่างชัดเจน	4	5	4	4.33	มาก
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของ นักเรียนด้านกระบวนการ/ทักษะพิสัยได้อย่าง ชัดเจน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึง พฤติกรรมของนักเรียนด้านจิตพิสัย/คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	4	5	4	4.33	มาก
1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์	5	5	4	4.67	มากที่สุด
1.6 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4	5	5	4.67	มากที่สุด
1.7 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	4	4.67	มากที่สุด

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3		
2. กิจกรรมการเรียนรู้					
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนของ การจัดการเรียน โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ใช้บริบทที่เกิดขึ้นจริงใน ชีวิตของนักเรียน	5	3	5	4.33	มาก
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ ในเชิงวิทยาศาสตร์	4	4	5	4.33	มาก
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการประเมินและการ ออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	4	4	5	4.33	มาก
2.6 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	4	4	5	4.33	มาก
2.7 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ ลงมือปฏิบัติจริง	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2.8 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เหมาะสม	4	4	5	4.33	มาก

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3		
2.9 บทความ เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่นำมาเป็นบริบทในการจัดการเรียนการสอนเหมาะสมกับการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามกรอบของ PISA	4	3	5	4.00	มาก
3. สื่อการจัดการเรียนรู้					
3.1 สื่อการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อกิจกรรมการเรียนรู้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
3.2 สื่อการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
3.3 สื่อการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	4	4	5	4.33	มาก
3.4 สื่อการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4	4	5	4.33	มาก
3.5 สื่อการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	4	4	5	4.33	มาก
4. การวัดและประเมินผล					
4.1 วิธีการวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4.2 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลมีความเหมาะสมต่อวิธีการวัด	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4.3 เกณฑ์การประเมินผลชัดเจนและเหมาะสม	4	5	4	4.33	มาก

ภาคผนวก ค ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 13 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความฉลาดรู้ด้าน
วิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	คำถาม	คะแนนของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผลการ พิจารณา
		1	2	3		
1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์						
1.1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มาใช้สร้างคำอธิบายที่ สมเหตุสมผล	ข้อที่ 15	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
1.2 ระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบ และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการ อธิบาย	ข้อที่ 13	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
1.3 เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการ อธิบาย	ข้อที่ 6	0	+1	+1	0.67	สอดคล้อง
1.4 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลง ในเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยความ สมเหตุสมผล	ข้อที่ 10	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
1.5 อธิบายศักยภาพของความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถ นำไปใช้เพื่อสังคม	ข้อที่ 9	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์						
2.1 สามารถระบุประเด็นปัญหา ที่ต้องการตรวจสอบจาก การศึกษาทางวิทยาศาสตร์	ข้อที่ 11	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง

ตาราง 13 (ต่อ)

รายการประเมิน	คำถาม	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผลการพิจารณา
		1	2	3		
2.2 จำแนกได้ว่าประเด็นปัญหาใดที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ข้อที่ 7	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2.3 นำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	ข้อที่ 12	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2.4 ประเมินวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	ข้อที่ 2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2.5 บรรยายและประเมินวิธีการต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย	ข้อที่ 8	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์						
3.1 แปลงข้อมูลที่ได้รับจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง	ข้อที่ 4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3.2 วิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป	ข้อที่ 3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3.3 ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	ข้อที่ 5	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 13 (ต่อ)

รายการประเมิน	คำถาม	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผลการพิจารณา
		1	2	3		
3.4 แยกแยะได้ว่าข้อโต้แย้งใดมีที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือมาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่นๆ	ข้อที่ 1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3.5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาของข้อมูลที่หลากหลาย	ข้อที่ 14	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ภาคผนวก ง ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	
รายวิชา เคมี 4 (ว32224)	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 2/2563
เรื่อง อินดิเคเตอร์		เวลา 4 ชั่วโมง
ครูผู้สอน นางสาวพิมพ์พลอย ตามตระกูล		

1. ผลการเรียนรู้

1.1 ทดลอง และอธิบายหลักการไทเทรตและเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบส

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ความรู้

1) นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ได้

2.2 ทักษะ/สมรรถนะ

2.2.1 สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

1) นักเรียนสามารถอธิบายค่าพีเอชของสถานการณดินได้

2) นักเรียนสามารถสร้างรูปแบบการนำเสนอข้อมูลเพื่ออธิบายเกี่ยวกับการใช้อินดิเคเตอร์ในการหาค่าพีเอชของดินได้

3) นักเรียนสามารถเสนอสมมติฐาน เพื่ออธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ในสถานการณน้ำยาลอกผิวขาวได้

4) นักเรียนสามารถพยากรณ์ค่าพีเอชจากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์และให้เหตุผลประกอบได้

5) นักเรียนสามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้กรดผลไม้เพื่อผลิตเซลล์ผิวที่ถูกต้องไปเผยแพร่ในสังคมได้

2.2.2 สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

6) นักเรียนสามารถระบุปัญหาในสถานการณ เรื่อง ดิน ที่ต้องการสำรวจตรวจสอบในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ได้

7) นักเรียนสามารถแยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดจากสถานการณ เรื่อง ดิน ที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

8) นักเรียนสามารถเสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของสถานการณ์เรื่อง ดิน ได้

9) นักเรียนสามารถประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ได้

10) นักเรียนสามารถประเมินวิธีการต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลและความเป็นกลาง และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบายได้

2.2.3 สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

11) นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่ได้จากการทดลองในการนำเสนอไปสู่รูปแบบตารางได้

12) นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการทดลองและลงข้อสรุปได้

13) นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในสถานการณ์น้ำยาลอกผิวได้

14) นักเรียนสามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น

15) นักเรียนสามารถประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

2.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

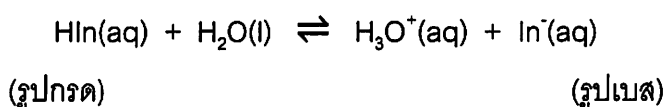
1) นักเรียนมีความสนใจในประเด็นวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เรื่อง อินดิเคเตอร์ในระดับดีขึ้นไป

3. สำคัญ

การไทเทรตเป็นเทคนิคในการวิเคราะห์หาปริมาณหรือความเข้มข้นของสารที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน จุดที่สารทำปฏิกิริยาพอดีกันเรียกว่า จุดสมมูล ในทางปฏิบัติจุดสมมูลของปฏิกิริยาอาจไม่สามารถสังเกตเห็นได้ จึงสังเกตจากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ เพื่อบอกจุดยุติของการไทเทรต ดังนั้นอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตกรด-เบสควรเป็นอินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนสีในช่วง pH ตรงกับหรือใกล้เคียงกับ pH ของสารละลาย ณ จุดสมมูล

4. สารละลายเรียนรู้

อินดิเคเตอร์ (Indicator) คือ สารที่ใช้ทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลาย โดยส่วนใหญ่จะเป็นอินทรีย์ที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อน มีสมบัติเป็นกรดอ่อนหรือเบสอ่อน แต่ส่วนใหญ่จะเป็นกรดอ่อน อินดิเคเตอร์ส่วนใหญ่จะเป็นสารละลายที่มีน้ำหรือแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลาย โดยปกติใช้ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และใช้เพียง 2-3 หยดก็จะเห็นสีได้ชัดเจน สีของอินดิเคเตอร์เปลี่ยนไปตามค่า pH ของสารละลาย



HIn เป็นสัญลักษณ์ของอินดิเคเตอร์ที่อยู่ในรูปกรด (Acid form)

In⁻ เป็นสัญลักษณ์ของอินดิเคเตอร์ที่อยู่ในรูปเบส (Basic form)

HIn และ In⁻ มีสีต่างกันและปริมาณต่างกัน จึงทำให้สีของสารละลายเปลี่ยนแปลงได้ ถ้าปริมาณ HIn มากก็จะมีสีของรูปกรด ถ้ามีปริมาณ In⁻ มากก็จะมีสีของรูปเบส

เช่นในกรณีที่ใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ รูปกรดจะได้สารละลายใสไม่มีสี หากเป็นเบสจะได้สารละลายสีชมพู การที่จะมีปริมาณ HIn หรือ In⁻ มากกว่าหรือน้อยกว่าขึ้นอยู่กับปริมาณ H₃O⁺ ในสารละลาย ถ้ามี H₃O⁺ มากก็จะรวมกับ In⁻ ได้เป็น HIn ได้มากจึงเห็นเป็นสารละลายไม่มีสีของ HIn แต่ถ้าอยู่ในสารละลายที่มี OH⁻ มาก OH⁻ จะทำปฏิกิริยากับ H₃O⁺ ทำให้ H₃O⁺ ลดลง ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าได้ In⁻ มากขึ้น จะเห็นสารละลายในรูปของ In⁻ คือ เห็นเป็นสีชมพูนั่นเอง

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การกำหนดสถานการณ์ (30 นาที)

1. ครูชี้แจงผลการเรียนรู้และอธิบายขั้นการสอนของแผนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนทราบพอสังเขป

1. ครูพูดคุยกับนักเรียนเกี่ยวกับการปลูกต้นไม้ของนักเรียน โดยใช้คำถามในประเด็นต่อไปนี้

- ที่บ้านของนักเรียนปลูกต้นไม้อะไรบ้าง
- นักเรียนดูแลต้นไม้ที่ปลูกอย่างไร
- ปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของพืชมีอะไรบ้าง

ฯลฯ

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลในอินเทอร์เน็ตในประเด็นดังนี้

- ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชได้แก่อะไรบ้าง บันทึกคำตอบลงในข้อที่ 1 ของใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง อาหารของพืช (แนวคำตอบ ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชมี 3 ประเภท 1.ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม 2.ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน 3.ธาตุอาหารเสริม อาทิ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี เป็นต้น)

- นักเรียนจะสังเกตได้อย่างไรว่าพืชขาดธาตุอาหารหลักชนิดใด ให้นักเรียนบันทึกคำตอบลงในข้อที่ 2 ใบกิจกรรมที่ 2 (แนวคำตอบ ธาตุอาหารหลักได้แก่ 1.ไนโตรเจน หากพืชขาดธาตุนี้จะแสดงอาการใบเหลือง ต้นแคระ 2.ฟอสฟอรัส หากพืชขาดฟอสฟอรัส ใบแก่จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแล้วกลายเป็นสีน้ำตาลก่อนจะหลุดร่วงจากต้น ลำต้นแคระ ไม่ผลิตดอกผล 3.โพแทสเซียม หากพืชขาดธาตุโพแทสเซียม ใบแก่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและเนื้อใบตาย)

3. ครูให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ เรื่อง ดิน จากบทความในใบกิจกรรม และดูวิดีโอเรื่อง "พิสูจน์ ปุ๋ยเคมีทำให้ดินเป็นกรดจริงหรือไม่?" จากนั้นตอบคำถามในประเด็นต่อไปนี้ และบันทึกคำตอบลงในใบกิจกรรมที่ 2

- จากสถานการณ์ที่นำเสนอข้างต้น การที่แต่ละภาคเน้นการปลูกพืชเชิงเดี่ยวมากเกินไปทำให้เกิดปัญหาใดตามมา บันทึกคำตอบในข้อที่ 3 ของใบกิจกรรมที่ 2 (ประเด็นคำตอบ ปัญหาดินเสื่อมโทรมทำให้มีสภาพไม่เหมาะสำหรับการเพาะปลูก อาทิ ดินเป็นกรด-ด่าง ปริมาณธาตุในดินมีน้อย ดินเค็ม ดินเปรี้ยว ฯลฯ)

- จากปัญหาต่างๆ ในข้อที่ 3 นักเรียนคิดว่าปัญหาหรือคำถามในข้อใด สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์บ้าง บันทึกคำตอบลงในข้อที่ 5 ของใบกิจกรรมที่ 2 (แนวคำตอบ เลือกจากคำตอบในคำถาม ข้อที่ 3 ของนักเรียน)

- จากคำถามหรือปัญหาในข้อที่ 5 นักเรียนจะเลือกคำถามหรือปัญหาใด เพื่อมาตรวจสอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พร้อมให้เหตุผล บันทึกคำตอบลงในข้อที่ 6 ของใบกิจกรรมที่ 2 (คำตอบขึ้นอยู่กับนักเรียน)

ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติ (100 นาที)

2. ครูสาธิตวิธีการเลือกใช้สารละลายอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมกับสารละลายกรด-เบส โดยใช้การทดลองเสมือนจริงผ่านโปรแกรม Crocodile Chemistry และนำเสนออินดิเคเตอร์ที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีผ่านอินโฟกราฟิก

3. ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 5 – 6 คน

4. ครูแจกใบความรู้เรื่อง อินดิเคเตอร์ธรรมชาติ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับอินดิเคเตอร์ในธรรมชาติและขั้นตอนวิธีการตรวจสอบความเป็นกรด-เบสของดิน และวิเคราะห์สถานการณ์ต่อไปนี้

“กรมพัฒนาที่ดินได้มอบหมายให้คณะนักวิทยาศาสตร์ทำการตรวจสอบปัญหาในที่ดินบริเวณต่างๆ ในชุมชนห่างไกล หากนักเรียนเป็นหนึ่งในคณะเจ้าหน้าที่ นักเรียนจะมีขั้นตอนการดำเนินการตรวจสอบอย่างไร โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่หาได้ในท้องถิ่น” แล้วบันทึกข้อมูลลงในข้อที่ 7 ของใบกิจกรรมที่ 2 โดยบันทึกในหัวข้อต่อไปนี้

- วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

- ขั้นตอนการตรวจสอบปัญหา

5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการตรวจสอบความเป็นกรด-เบสของดิน โดยหลังจากการนำเสนอครูและนักเรียนร่วมกันแสดงข้อคิดเห็น่วิธีตรวจสอบความเป็นกรด-เบสของแต่ละกลุ่ม สามารถตรวจสอบได้จริงหรือไม่ เพราะเหตุใด โดยอาจมีข้อเสนอแนะการปรับปรุงวิธีการตรวจสอบปัญหา

6. นักเรียนได้นำวิธีการในข้อ 7 นำเสนอในที่ประชุม ซึ่งมีนักวิทยาศาสตร์คนหนึ่งถามถึงความน่าเชื่อถือของผลการตรวจสอบ นักเรียนจะอธิบายอย่างไร แล้วบันทึกข้อมูลลงไปข้อที่ 8 ของใบกิจกรรมที่ 2

7. ให้นักเรียนแบ่งหน้าที่การรับผิดชอบงาน และให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนัดหมายวันและเวลาเพื่อร่วมกันดำเนินการเก็บตัวอย่างดินโดยติดต่อสื่อสารกันในกลุ่มผ่านแอปพลิเคชัน Zoom และบันทึกคลิปวิดีโอขณะดำเนินการเก็บตัวอย่างดินพร้อมอธิบายเหตุผลในการเลือกบริเวณที่เก็บตัวอย่างด้วย

ขั้นที่ 3 เรียนรู้แนวคิดสำคัญ (100 นาที)

1. ให้นักเรียนร่วมกันออกแบบการนำเสนอผลการตรวจสอบผ่านเว็บไซต์ แคนวา และนำเสนอผลการตรวจสอบและข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบ

2. นักเรียนมีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงวิธีการตรวจสอบครั้งต่อไปหรือไม่ พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายสิ่งที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรม พร้อมบันทึกข้อมูลลงในข้อที่ 1-3 ในตอนที่ 2 ของใบกิจกรรมที่ 2 (แนวคำตอบ อินดิเคเตอร์ คือ สารที่ใช้ทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลาย, การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ขึ้นอยู่กับปริมาณ H_3O^+ หากมี H_3O^+ มากก็จะทำปฏิกิริยากับ ln^- กลายเป็น Hln ทำให้ปรากฏสีของรูปกรด, ตัวอย่างอินดิเคเตอร์ เมทิลออเรนจ์ ช่วงพีเอชเปลี่ยนสี 3.2-4.4 เปลี่ยนจากสีส้มเป็นสีเหลือง เป็นต้น)

4. ให้นักเรียนวิเคราะห์และอภิปรายลงข้อสรุปสภาพความเป็นกรด-เบสของดิน ได้จากการตรวจสอบ และบันทึกลงในข้อที่ 10 ของใบกิจกรรมที่ 2 (ประเด็นคำตอบ สังเกตจากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ที่เลือกใช้ จากนั้นนำไปเทียบกับช่วงพีเอชของการเปลี่ยนสี)

5. ครูใช้คำถามต่อไปนี้จะกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในห้องเรียน แล้วให้นักเรียนบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมที่ 2

- หลักการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ในการทดสอบพีเอชของตัวอย่างดินเป็นอย่างไร บันทึกคำตอบลงในข้อที่ 11 ของใบกิจกรรมที่ 2 (ประเด็นคำตอบ อธิบายถึงรูปกรด-เบสของอินดิเคเตอร์ และการทำปฏิกิริยาระหว่าง H_3O^+ กับสารอินดิเคเตอร์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีจะขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้นของ Hln และ ln^- ในสารละลาย)

- จากผลการตรวจสอบ นักเรียนคิดว่าแปลงดินตัวอย่างสามารถปลูกพืชได้หรือไม่ เพราะเหตุใด หากไม่ได้จะมีวิธีปรับปรุงดินอย่างไร บันทึกคำตอบลงในข้อที่ 12 ของใบกิจกรรมที่ 2 (แนวคำตอบ ได้ / ไม่ได้ พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ)

ขั้นที่ 4 การนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ (ผ่านสื่อสังคมออนไลน์)

1. ครุณาเสนอสถานการณ์ เรื่อง น้ำยาลอกผิว ผ่านคลิปวิดีโอและบทความ พร้อมตารางแสดงผลการทดสอบด้วยอินดิเคเตอร์ ผ่านกลุ่มเฟซบุ๊ก

“น้ำยาลอกผิวขาว” อันตรายสู่ความตาย

“ใครๆ ก็อยากมีผิวขาว” เป็นเรื่องจริงที่อยู่ในความคิดของผู้หญิง รวมไปถึงผู้ชายและเพศที่สามจำนวนไม่น้อย บางคนดูแลผิวให้ขาวแบบค่อยเป็นค่อยไป แต่บางคนอยากขาวแบบเร่งรัด นำไปสู่ทางลัดเพื่อผิวขาวกระจ่างใส ไม่ว่าจะเป็นการใช้กลูต้าไธโอนเสริมความขาวใส ทั้งกิน ทั้งฉีด ไปจนถึงการใช้น้ำยาลอกผิวขาวที่กำลังได้รับความนิยมจากสาวๆ หลายคน เพราะไม่เจ็บ แกรมเห็นผลภายในไม่กี่วัน

สำหรับน้ำยาลอกผิวนั้น ผศ.พญ.สุวิรากร โอภาสวงศ์ ประธานประชาสัมพันธ์สมาคมแพทย์ผิวหนังแห่งประเทศไทย เปิดเผยว่า มีส่วนผสมของสารเคมีที่เป็นกรดชนิดรุนแรง จะเกิดการกัดผิวจนไหม้จนลอกผิวหนังชั้นนอกออกมา โดยผิวหนังชั้นนี้เป็นชั้นที่เคลือบผิวให้ดูขาวขึ้น แต่เมื่อใช้ติดต่อกันผิวหนังชั้นนอกจะตายไปด้วย

ที่มา : <https://mgronline.com/live/detail/9580000106806>
(บทความบางส่วนจากผู้จัดการออนไลน์ เผยแพร่ 21 ก.ย. 2558)

ตารางแสดงผลการทดสอบครีมผิวขาวยี่ห้อ A , B และ C กับอินดิเคเตอร์

ที่	อินดิเคเตอร์	สีสารละลายที่ได้จากการทดสอบ		
		ยี่ห้อ A	ยี่ห้อ B	ยี่ห้อ C
1	เมทิลออเรนจ์	ส้มแกมเขียว	เหลือง	เหลือง
2	เมดทิลเรด	ส้ม	เขียวแกมเหลือง	เหลือง
3	ลิตมัส	ส้ม	น้ำเงินแกมม่วง	น้ำเงิน
4	ฟีนอล์ฟทาลีน	ใส	ใส	ชมพูอ่อน

2. ครูตั้งคำถามกับนักเรียน และให้นักเรียนนำเสนอคำตอบโดยจัดทำอินโฟกราฟิกผ่านเว็บไซต์แคนวา ซึ่งคำถามมีดังต่อไปนี้

- นักเรียนคิดว่า โฆษณาครีมผิวขาว ที่นำเสนอมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ เพราะเหตุใด

- ครีมผิวขาวทั้ง 3 ยี่ห้อ มีค่าพีเอชประมาณเท่าใด เพราะเหตุใด (ประเด็นคำตอบ อธิบายค่าพีเอชที่ประมาณได้ให้เชื่อมโยงกับการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ทุกชนิด)

- ครีมผิวขาวทั้ง 3 ยี่ห้อนี้ สามารถนำไปใช้ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (ประเด็นคำตอบ ขึ้นอยู่กับนักเรียน)

- หากเพื่อนนักเรียนมาขอคำแนะนำในการเลือกใช้ นักเรียนจะแนะนำครีมยี่ห้อใดให้เพื่อน เพราะเหตุใด (ประเด็นคำตอบ ขึ้นอยู่กับนักเรียน)

3. ครูนัดหมายวันและเวลาเพื่อร่วมกันอภิปราย ลงข้อสรุป และขยายความเข้าใจในแนวคิดผ่านแอปพลิเคชัน Zoom

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัด
ความรู้			
ข้อที่ 1	ประเมินจากการตรวจใบกิจกรรมที่ 2	แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 2	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ทักษะ/สมรรถนะ			
ข้อที่ 1-15	ประเมินจากการตรวจใบกิจกรรมที่ 2, การนำเสนอในห้องเรียน และคลิปวิดีโอ	แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 2	ผ่านเกณฑ์ของ PISA ระดับที่ 3 ขึ้นไป
คุณลักษณะอันพึงประสงค์			
ข้อที่ 1	ประเมินจากแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

7. สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ดิน
2. ใบความรู้ เรื่อง อินดิเคเตอร์ธรรมชาติ
3. โปรแกรมจำลองการทดลองเสมือน Crocodile Chemistry
4. แอปพลิเคชัน Zoom
5. เว็บไซต์แคนวา
6. สื่อวีดิทัศน์ เรื่อง "พิสูจน์ ปุ๋ยเคมีทำให้ดินเป็นกรดจริงหรือไม่?"
(ที่มา <https://www.youtube.com/watch?v=tt9EUUaAw0Y>)
7. สื่อวีดิทัศน์ เรื่อง "หมอลาบแพนด้า หวังสาวใช้น้ำยาลอกผิวชาวเป็นแผ่น
เตือนอาจดำกว่าเดิม-เสียงมะเร็งผิวหนัง"
(ที่มา https://www.youtube.com/watch?v=hq0UktnyE_E)

แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนเคมีเพิ่มเติม เล่ม 4 ของ สสวท ฉบับเผยแพร่ เดือน เม.ย. 2563
2. แหล่งข้อมูลสารสนเทศ
 - 2.1 เรื่อง ไทยเผชิญวิกฤตดินเสื่อม หวั่นกระทบผลิตอาหารป้อน 'ครัวโลก'
(ที่มา <https://m.mgsonline.com/specialscoop/detail/9560000044455>)
 - 2.2 เรื่อง AHA คืออะไร
(ที่มา <https://www.thaicream.com/17297241/aha-คืออะไร>)
 - 2.3 เรื่อง อินดิเคเตอร์ที่พบในธรรมชาติ
(ที่มา <https://sites.google.com/site/indicatorchemistry/bth-reiyn-thanghmd/xin-dikhe-texr-thi-phb-ni-thrmchatl>)

ฯลฯ

ใบกิจกรรมที่ 2

ดิน



ไทยเผชิญวิกฤตดินเสื่อม! หวั่นกระทบผลิตอาหารป้อน “ครัวโลก”

กรมพัฒนาที่ดิน เร่งกู้วิกฤต “ดิน” เสื่อมสภาพทั่วประเทศ หวั่นกระทบต่อการผลิตอาหารป้อนครัวโลก ระบุต้นเหตุเกิดจากเกษตรกรใช้ปุ๋ยเคมี มุ่งปลูกพืชเชิงเดี่ยวตามนโยบายรัฐมากเกินไป ซ้ำภาคกลางแห่ปลูกข้าว ภาคใต้พลิกผืนดินหันมาปลูกยาง ส่วนภาคอีสานยึดโครงการประกันราคาข้าวปลูกทุกพื้นที่ ขณะที่สภาพดินไม่เหมาะสม กระทบผลผลิตไม่ได้คุณภาพ พร้อมวาง 3 แนวทางแก้วิกฤตดิน เน้นเกษตรกรนำตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ฟรี

นางกุลรัศมี อนันต์พงษ์สุข รองอธิบดีกรมพัฒนาที่ดินด้านวิชาการ กล่าวถึงความท้าทายของประเทศไทยที่จะผงาดในฐานะครัวโลกอย่างเต็มภาคภูมิยิ่งขึ้นในอนาคต ทว่าปัญหาใหญ่ที่มองข้ามไม่ได้ เพราะเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเป็นประเทศผลิตอาหารคือ ปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินที่ส่งผลกระทบหนักขึ้นทุกวันต่อรายได้และผลผลิตของเกษตรกรไทย

อย่างไรก็ดี ปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดิน มีสาเหตุทั้งจากธรรมชาติร่วมกับฝีมือมนุษย์ และการใช้ที่ดินไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ เช่น การเปิดหน้าดิน การไถพรวน การปลูกพืชเชิงเดี่ยว โดยไม่มีการปรับปรุงบำรุงดินเป็นระยะเวลายาวนาน

ที่มา: <https://m.mgrounline.com/specialscoop/detail/9560000044455>

(บทความบางส่วนจากผู้จัดการออนไลน์ เผยแพร่ 12 เม.ย. 2556)

ตอนที่ 1 คำชี้แจง : ให้นักเรียนบันทึกคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้

1. ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชได้แก่อะไรบ้าง

.....

.....

.....

2. นักเรียนจะสังเกตได้อย่างไรว่าพืชขาดธาตุอาหารหลักชนิดใด

.....

.....

.....

ปัญหาหรือคำถามจากสถานการณ์

3. จากสถานการณ์ที่นำเสนอข้างต้น การที่แต่ละภาคเน้นการปลูกพืชเชิงเดี่ยวมากจนเกินไปทำให้เกิดปัญหาใดตามมา

(ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์)

.....

.....

.....

4. ถ้านักเรียนจะทำการตรวจสอบปัญหา นักเรียนควรจะต้องมีความรู้ในเรื่องอะไรบ้าง

.....

.....

.....

5. จากปัญหาต่างๆ ในข้อที่ 3 นักเรียนคิดว่าปัญหาหรือคำถามในข้อใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์บ้าง

(แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์)

ปัญหา	วิธีการทางวิทยาศาสตร์	
	ได้	ไม่ได้

8. นักเรียนได้นำวิธีการในข้อ 7 นำเสนอในที่ประชุม ซึ่งมีนักวิทยาศาสตร์คนหนึ่งถามถึงความน่าเชื่อถือของผลการตรวจสอบ นักเรียนจะอธิบายอย่างไร

(บรรยายและประเมินวิธีการต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย)

9. ตารางบันทึกผลการตรวจสอบปัญหา

(แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น)

--

13. จากสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในกลุ่มเฟสบู๊ค เรื่อง น้ำยาลอกผิว ให้นักเรียนจัดทำ อินโฟกราฟิกผ่านเว็บไซต์แคนวา โดยตอบคำถามในประเด็นต่อไปนี้

13.1 นักเรียนคิดว่า โฆษณาครีมผิวขาว ที่นำเสนอมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ เพราะเหตุใด

(แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์กับที่มาจากการศึกษาจากสิ่งอื่น)

(ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่ หลากหลาย)

13.2 ครีมผิวขาวทั้ง 3 ยี่ห้อีค่าพีเอชประมาณเท่าใด เพราะเหตุใด

(พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่ เป็นไปได้)

13.3 ครีมผิวขาวทั้ง 3 ยี่ห้อนี้ สามารถนำไปใช้ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

(เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย)

13.4 หากเพื่อนนักเรียนมาขอคำแนะนำในการเลือกใช้ นักเรียนจะแนะนำครีม ยี่ห้อใดให้เพื่อน เพราะเหตุใด

(อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม)

ตอนที่ 2 : จงสืบค้นข้อมูลแล้วตอบคำถาม ดังต่อไปนี้

1. อินดิเคเตอร์ คืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. อินดิเคเตอร์ใช้ทดสอบค่าพีเอชของสารได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. ช่วงค่าพีเอชที่เปลี่ยนสีและสีที่เปลี่ยนแปลงของอินดิเคเตอร์ที่กำหนดให้เป็นอย่างไร

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน
1. เมทิลออเรนจ์		
2. เมทิลเรด		
3. ลิทมัส		
4. บรอมไทมอลบลู		
5. ฟีนอลเรด		
6. ฟีนอล์ฟทาลีน		
7. ไทมอลบลู		
8. โบรโมฟีนอลเรด		
9. ครีซอลเรด		
10. คองโกเรด		

แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 2

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

1. การประเมินด้านความรู้และการสืบค้นข้อมูล

	คำถามข้อที่							คะแนนรวม	ผ่าน/ ไม่ผ่านเกณฑ์
	ตอนที่ 1				ตอนที่ 2				
	1	2	4	9	1	2	3		
คะแนน									<input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

2. การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

คำถามตอน 1 ข้อที่	สมรรถนะ	คะแนน ที่ได้
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์		
11	การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	
ประเมิน ระหว่าง การ นำเสนอ ในชั้น เรียน	ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย	
13.3	เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	
13.2	พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้	
13.4	อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม	
คะแนนรวมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์		
ระดับสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์		
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์		

คำถามตอน 1 ข้อที่	สมรรถนะ	คะแนน ที่ได้
3	ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทาง วิทยาศาสตร์	
5	แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	
7	เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	
ประเมิน ระหว่างกา รอภิปรายในชั้น เรียน	ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้	
8	บรรยายและประเมินวิธีการต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ ยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการ สรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย	
คะแนนรวมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์		
ระดับสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์		
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์		
9	แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่อรูปแบบอื่น	
10	วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป	
12	ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์	
13.1	แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น	
	ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจาก แหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และ วารสาร)	

คำถามตอน 1 ข้อที่	สมรรถนะ	คะแนน ที่ได้
	คะแนนรวมสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	
	ระดับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	
	คะแนนรวมทั้ง 3 สมรรถนะ	
	ระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์	

เกณฑ์การประเมินใบกิจกรรมที่ 2

1. การประเมินด้านความรู้และการสืบค้นข้อมูล

1.1 เกณฑ์การให้คะแนน

2 หมายถึง คำตอบถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์

1 หมายถึง คำตอบถูกต้องเป็นบางส่วน หรือ ตอบไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

0 หมายถึง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่ตอบคำถาม

1.2 เกณฑ์การผ่าน

ร้อยละ 70 ขึ้นไป คะแนนรวม 14 คะแนน ให้ผ่าน 10 คะแนนขึ้นไป

2. การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

- เกณฑ์การให้คะแนน

(เทียบกับร้อยละของคะแนนตามระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ในการประเมิน PISA 2015)

2 หมายถึง คำตอบถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์

1 หมายถึง คำตอบถูกต้องเป็นบางส่วน หรือ ตอบไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

0 หมายถึง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่ตอบคำถาม

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนพิจารณาข้อความในแต่ละข้อและทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่นักเรียนเห็นว่าตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน (ระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด และระดับ 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยมากที่สุด)

ข้อ	รายละเอียด	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
1	การเรียนวิชาเคมี เรื่อง อินดิเคเตอร์ ทำให้ฉันได้นึกถึงสถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันที่มีความเกี่ยวข้องกับความเป็นกรด-เบสของสารละลาย					
2	การเรียนวิชาเคมี เรื่อง อินดิเคเตอร์ ช่วยให้ฉันได้เข้าใจเกี่ยวกับประโยชน์ของความเป็นกรด-เบสของสารละลายในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น					
3	การเรียนวิชาเคมี เรื่อง อินดิเคเตอร์ ช่วยทำให้ฉันเข้าใจเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความเป็นกรด-เบสได้ดียิ่งขึ้น					
4	ฉันรู้สึกสนุกที่ได้ทำกิจกรรมในการหาคำตอบของปัญหาโดยใช้ความรู้ เรื่อง อินดิเคเตอร์					
5	การเรียนเรื่อง อินดิเคเตอร์ ทำให้ฉันตระหนักว่าความเป็นกรด-เบสของสารละลายมีความเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของตัวเอง					
รวม						

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

กำหนดเกณฑ์ความหมายของคะแนนเฉลี่ยของคำตอบโดยแปลความหมายของคะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนี้

ระดับคะแนน	ความหมาย
4.51 – 5.00	มีความสนใจในประเด็นวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เรื่อง อินดิเคเตอร์ ในระดับสูงมาก
3.51 – 4.50	มีความสนใจในประเด็นวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เรื่อง อินดิเคเตอร์ ในระดับสูง
2.51 – 3.50	มีความสนใจในประเด็นวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เรื่อง อินดิเคเตอร์ ในระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	มีความสนใจในประเด็นวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เรื่อง อินดิเคเตอร์ ในระดับต่ำ
1.00 – 1.50	มีความสนใจในประเด็นวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เรื่อง อินดิเคเตอร์ ในระดับต่ำมาก

ภาคผนวก จ ตัวอย่างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
เรื่อง กรด - เบส

คำชี้แจง

แบบทดสอบฉบับนี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้ในการประเมินสมรรถนะของความฉลาดรู้
ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด - เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กำหนดระยะเวลาในการทำ
แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 90 นาที

แบบทดสอบต่อไปี้ ประกอบด้วย

1. ข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 2 ข้อ
2. ข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน จำนวน 3 ข้อ
3. ข้อสอบแบบเขียนตอบอิสระ จำนวน 10 ข้อ

ให้นักเรียนตอบทุกข้อภายในเวลาที่กำหนด หากไม่ตอบในข้อใดจะถือว่าข้อนั้นไม่ได้

คะแนน

ชื่อ - สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

สถานการณ์ “ฝนกรด”

นายศรีสุวรรณ จรรยา นายกสทศมาคมต่อต้านสภาวะโลกร้อน ออกแถลงการณ์ระบุว่า ตามที่เกิดกรณีพิชผลทางการเกษตรของชาวบ้านในพื้นที่ตำบลนาสัก อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง เกิดความเสียหายอันเนื่องมาจากได้รับผลกระทบจาก “น้ำฝนแรก” ของฤดูร้อนที่เพิ่งตกลงมาเมื่อสัปดาห์ที่ผ่านมา ทำให้ส่งผลกระทบต่อพืชผลทางการเกษตรที่กำลังออกงาม เช่น กระเทียม ฯลฯ ต้องยืนต้นตายไปทั้งแปลงทั้งหมู่บ้าน สร้างความเดือดร้อนและเสียหายให้กับชาวบ้านแทบหมดเนื้อหมดตัวเพราะไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เต็มเม็ดเต็มหน่วย รวมทั้งไม่สามารถเก็บหัวพันธุ์ไว้ใช้ปลูกในฤดูกาลหน้าได้

ทั้งนี้ชาวบ้านในพื้นที่ ต.นาสัก แจ้งว่า เหตุเกิดจากพายุฝนที่ตกลงมาเมื่อสัปดาห์ที่ผ่านมาพร้อมกับข่าวพายุลูกเห็บถล่มลำปางนั่นเอง ซึ่งโดยปกติในทุกๆ ปีที่ผ่านมากะเทียมของชาวบ้านจะให้ผลผลิตดีมาก หัวกระเทียมจะใหญ่ แต่ปีนี้ชาวบ้านปลูกได้แค่สองเดือน กระเทียมกำลังเริ่มมีหัวฝนกลับตกลงมา จากนั้นก็มีอาการใบไหม้และแห้งทั้งหมดซึ่งเสียหายทั้งหมดเก็บมาใช้ประโยชน์อะไรไม่ได้ เพราะกระเทียมไม่แก่และเริ่มเน่าแล้ว นอกจากแปลงกระเทียมของชาวบ้านที่เสียหายแล้วยังมีพืชผลอื่นๆ ที่ได้รับความเสียหาย สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าโดยเฉพาะพืชใบอ่อน รวงข้าวนาปรัง ฯลฯ ซึ่งเหตุดังกล่าวเกิดขึ้นมาแล้วหลายวันแต่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องยังไม่กระตือรือร้นที่จะเข้าไปช่วยเหลือเยียวยาชาวบ้าน

ทั้งนี้ในพื้นที่ดังกล่าวมีแหล่งกำเนิดมลพิษจำพวกสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_x) ได้เพียงแหล่งเดียวเท่านั้น คือ “โรงไฟฟ้าแม่เมาะ” ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เกิดเหตุ และในช่วงนี้มีความพยายามจะผลิตกระแสไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นเพื่อรองรับปัญหาวิกฤตพลังงานในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในฤดูร้อน

ที่มา : <https://news.thaipbs.or.th/content/156757>

(ข่าวไทยพีบีเอส เผยแพร่เมื่อ 25 มีนาคม 2556)

คำถามข้อที่ 1 - ฝนกรด

จากข่าวข้างต้น ให้นักเรียนระบุว่าข้อความใดต่อไปนี้เป็นหลักฐานที่มาจากทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

ข้อความ	ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	
	เป็น	ไม่เป็น
1. อากาศใบไหม้ของต้นกระเทียมเป็นผลมาจากการขาดน้ำ		
2. มลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ในโรงไฟฟ้าทำให้น้ำฝนมีภาวะเป็นกรด		
3. โรงไฟฟ้าผลิตไฟฟ้ามากขึ้นเพราะการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในฤดูร้อน		

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านความรู้
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับท้องถิ่น – คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบของข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน

เฉลย

คะแนนเต็ม

ถูกต้อง 3 ข้อ ไม่เป็น / เป็น / ไม่เป็น

ไม่ได้คะแนน

คำตอบอื่น

คำถามข้อที่ 2 - ผนกรด

หากต้องการเก็บตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำวังเพื่อนำมาตรวจสอบค่าความเป็นกรด-เบส ควรใช้วิธีการตามข้อใดจึงดีที่สุด

1. เก็บเฉพาะบริเวณผิวน้ำที่สัมผัสกับอากาศเท่านั้น เพียง 1 จุด
2. เก็บที่ระดับความลึกจากผิวน้ำลงไป 5 ซม. เพียง 1 จุด
3. เก็บเฉพาะบริเวณผิวน้ำที่สัมผัสกับอากาศเท่านั้น กระจายสถานที่เก็บตัวอย่างอย่างน้อย 3 จุด
4. เก็บที่ระดับความลึกจากผิวน้ำลงไป 5 ซม. กระจายสถานที่เก็บตัวอย่างอย่างน้อย 3 จุด

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านกระบวนการ
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับท้องถิ่น – คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบของข้อสอบ	เลือกตอบ 4 ตัวเลือก

เฉลย

คะแนนเต็ม

ข้อ 4 “เก็บที่ระดับความลึกจากผิวน้ำลงไป 5 ซม. กระจายสถานที่เก็บตัวอย่างอย่างน้อย

3 จุด”

ไม่ได้คะแนน

คำตอบอื่น

คำถามข้อที่ 3 - ผนกรด

คิณีได้ทำการสืบค้นเกี่ยวกับการเผาขยะ และพบว่าในควันไฟจากกองขยะจะพบแก๊สต่างๆ เช่น แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แก๊สแอมโมเนีย ออกไซด์ของแก๊สไนโตรเจน เขม่าควันไฟและอื่นๆ

ตารางแสดงปริมาณขยะมูลฝอย จำแนกตามภาค พ.ศ.2553 – 2562

พ.ศ.	ปริมาณขยะมูลฝอยในแต่ละพื้นที่ (ตัน/วัน)					
	กรุงเทพฯ	ภาคเหนือ	ภาคกลาง	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคใต้	รวมทั้งประเทศ
2553	8,766	6,659	9,563	11,428	5,116	41,532
2554	9,237	7,845	9,913	11,252	5,180	43,427
2555	11,335	11,854	19,905	21,253	9,008	73,355
2556	11,335	11,854	19,905	21,253	9,008	73,355
2557	10,800	11,883	20,477	19,276	9,343	71,779
2558	11,500	12,081	20,825	19,660	9,494	73,560
2559	11,530	11,570	21,737	19,999	9,294	74,130
2560	13,327	10,950	21,140	20,025	9,556	74,998
2561	13,240	10,811	21,561	21,316	9,601	76,529
2562	13,583	10,229	22,704	21,420	10,729	78,665

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

จากข้อมูลข้างต้น คิณีจึงสรุปได้ว่า ประเทศไทยในทุกภาคมีแนวโน้มในการเผชิญผนกรดมากขึ้นทุกปี

คำถาม ข้อมูลใดที่สนับสนุนข้อสรุปของคิณี

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านความรู้
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับท้องถิ่น – คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

เฉลย

คะแนนเต็ม

ข้อมูลจากเขตพื้นที่ที่ประกอบด้วย 5 เขตพื้นที่ ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลจากพื้นที่รวมทั้งประเทศ
2. ข้อมูลจากพื้นที่เขตกรุงเทพมหานคร
3. ข้อมูลจากพื้นที่ภาคกลาง
4. ข้อมูลจากพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
5. ข้อมูลจากพื้นที่ภาคใต้

คะแนนบางส่วน

คำตอบตั้งแต่ 3 เขตพื้นที่ แต่ไม่ครบ 5 เขตพื้นที่

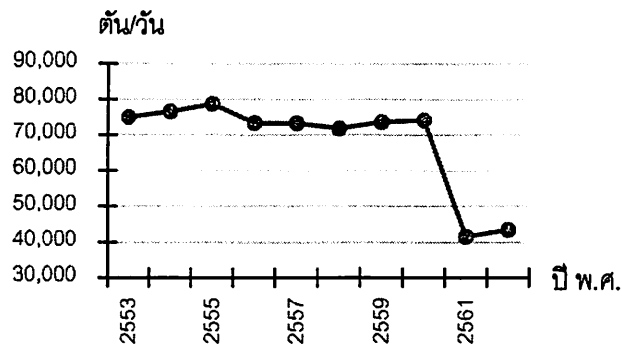
ไม่ได้คะแนน

คำตอบน้อยกว่า 3 เขตพื้นที่ หรือตอบเขตพื้นที่ที่ไม่ได้กล่าว หรือไม่ตอบคำถาม

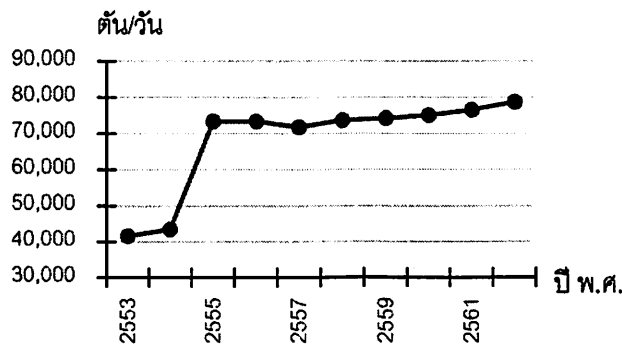
คำถามข้อที่ 4 - ผนกรด

จากข้อสรุปของคดีนี้ สามารถนำเสนอได้ดังกราฟในข้อใด

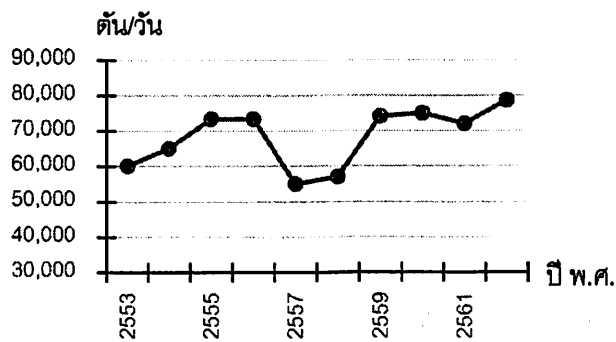
1.



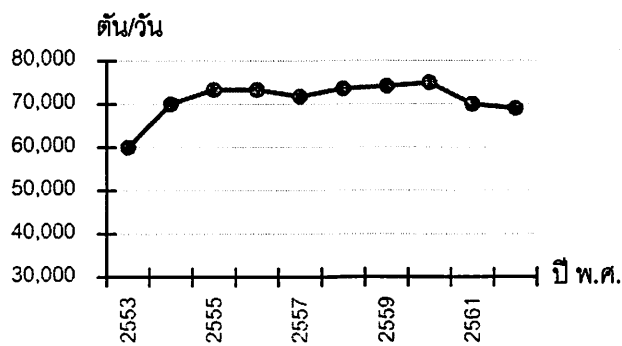
2.



3.



4.

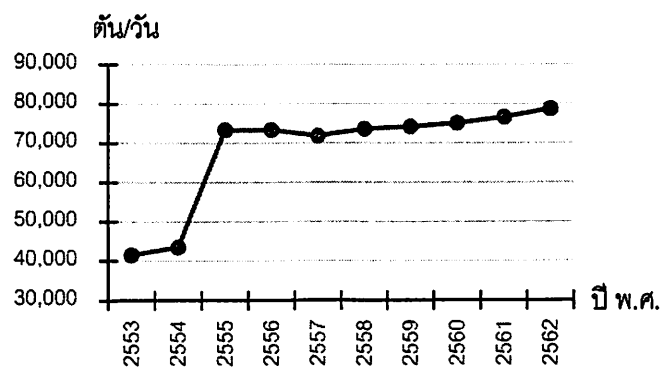


สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านความรู้
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับท้องถิ่น – คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบของข้อสอบ	เลือกตอบ 4 ตัวเลือก

เฉลย

คะแนนเต็ม

ข้อ 2



ไม่ได้คะแนน

คำตอบอื่น

คำถามข้อที่ 5 - ผนกรด

สุดาร์ตน์ไม่เห็นด้วยกับการสรุปของศิณี จึงได้เปรียบเทียบข้อมูลในตารางและบอกว่ามีข้อมูลบางส่วนที่ไม่สนับสนุนการสรุปของศิณี

คำถาม ข้อมูลในส่วนใดที่สุดาร์ตน์บอกว่าไม่สนับสนุนการสรุปของศิณี พร้อมอธิบาย

.....

.....

.....

.....

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านความรู้
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับท้องถิ่น – คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

เฉลย

คะแนนเต็ม

คำตอบกล่าวอ้างถึงข้อมูลจากตาราง ประกอบด้วย 2 เขตพื้นที่ คือ เขตพื้นที่ภาคเหนือ และเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พร้อมอธิบายในแต่ละพื้นที่ดังนี้

1. เขตพื้นที่ภาคเหนือ ระหว่างปี พ.ศ.2558 – 2562 มีปริมาณขยะมูลฝอยที่ลดลง ส่งผลให้เกิดแก๊สที่เป็นปัจจัยให้เกิดฝนกรดลดลง

2. เขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างปี พ.ศ.2555 – 2556 มีปริมาณขยะมูลฝอยคงที่ และระหว่างปี พ.ศ.2556 – 2557 มีปริมาณลดลง ส่งผลให้เกิดแก๊สที่เป็นปัจจัยให้เกิดฝนกรดลดลง

คะแนนบางส่วน

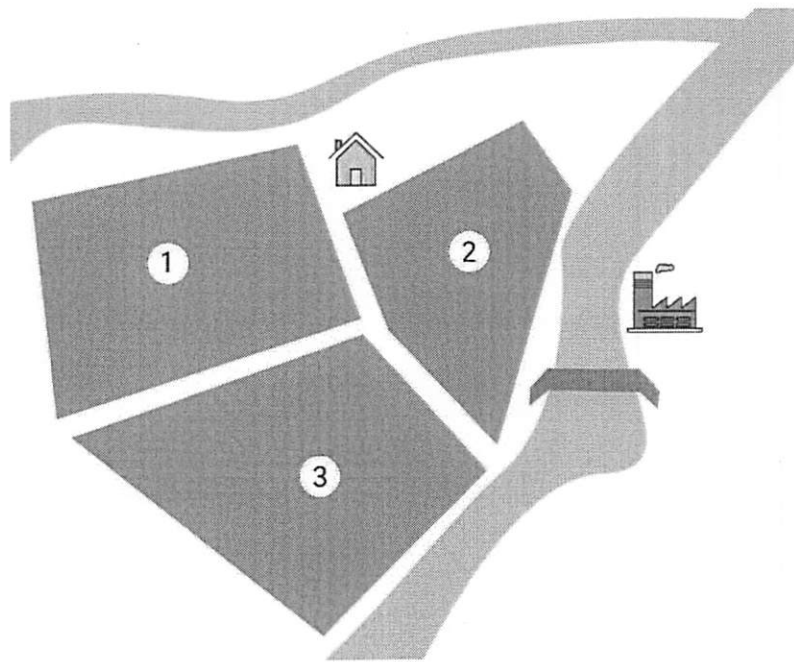
คำตอบกล่าวถึงเขตพื้นที่และช่วงเวลาถูกต้อง แต่ไม่มีการอธิบายเพิ่มเติม

ไม่ได้คะแนน

คำตอบไม่ได้กล่าวอ้างถึงช่วงเวลาและไม่มีการอธิบายเพิ่มเติม หรือกล่าวถึงเขตพื้นที่อื่นนอกเหนือที่กล่าวไว้ด้านบน หรือไม่ได้ตอบคำถาม

สถานการณ์ “ดิน”

เดชาเป็นเกษตรกรปลูกข้าวโพดเป็นหลัก โดยมีที่ดินเป็นของตัวเอง 3 ไร่ มีแหล่งที่ตั้งดังรูปด้านล่าง ในช่วงปี พ.ศ.2558 - 2562 เดชาจะมีรายได้จากผลผลิตเฉลี่ย 10,000 บาท/ไร่ ต่อมาในปี พ.ศ.2563 ที่มีโรงงานผลิตปุ๋ยมาตั้งอยู่ใกล้หมู่บ้าน เดชาพบว่ารายได้ลดลงเหลือเฉลี่ยเพียง 7,500 – 8,000 บาท/ไร่ ก่อนจะสังเกตเห็นว่าน้ำในแม่น้ำสายหลักที่ใช้ทำการเกษตรมีสีเปลี่ยนไปและมีกลิ่นเหม็น เดชาจึงได้รวมกลุ่มกับเกษตรกรรายอื่นๆ ยื่นคำร้องที่ว่าการอำเภอ



คำถามข้อที่ 6 - ดิน

นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด เดชาจึงมีรายได้ที่ลดลง

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านความรู้
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับท้องถิ่น – คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

เฉลย

คะแนนเต็ม

คำตอบกล่าวถึงปัญหาดินเสื่อมโทรม เนื่องจากการปล่อยน้ำเสียของโรงงานลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ โดยมีการอธิบายเพิ่มเติมที่เกี่ยวกับสภาพความเป็นกรด/เบสของที่ดิน เช่น

- ในไร่ที่ 2 และ 3 มีปัญหาค่าความเป็นกรด/ด่างสูง เนื่องจากที่ดินอยู่ใกล้แหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนของของเสียที่ถูกปล่อยมาจากโรงงานที่ตั้งอยู่

- แร่ธาตุละลายในดินของแปลงที่ 2 และ 3 ได้ลดลง ทำให้ต้นพืชขาดสารอาหารและไม่สามารถเจริญเติบโตได้ เพราะของเสียที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำทำให้ดินในบริเวณนั้นมีสภาพเป็นกรด/ด่างสูง

เป็นต้น

คะแนนบางส่วน

คำตอบกล่าวถึงปัญหาดินเสื่อมโทรม แต่ไม่มีการอธิบายเพิ่มเติม

ไม่ได้คะแนน

คำตอบไม่ได้กล่าวถึงปัญหาดินเสื่อมโทรม หรือไม่ได้ตอบคำถาม

คำถามข้อที่ 7 - ดิน

จากสถานการณ์ของเดชา นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เสนอต่อไปนี้ ปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ปัญหา	ตรวจสอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	
	ได้	ไม่ได้
1. พ่อค้าคนกลางกดราคาผลผลิตลง		
2. ดินในแปลงมีปัญหาดินเสื่อมโทรม		
3. โรงงานอุตสาหกรรมปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำ		

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านความรู้
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับท้องถิ่น – คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบของข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน

เฉลย

คะแนนเต็ม

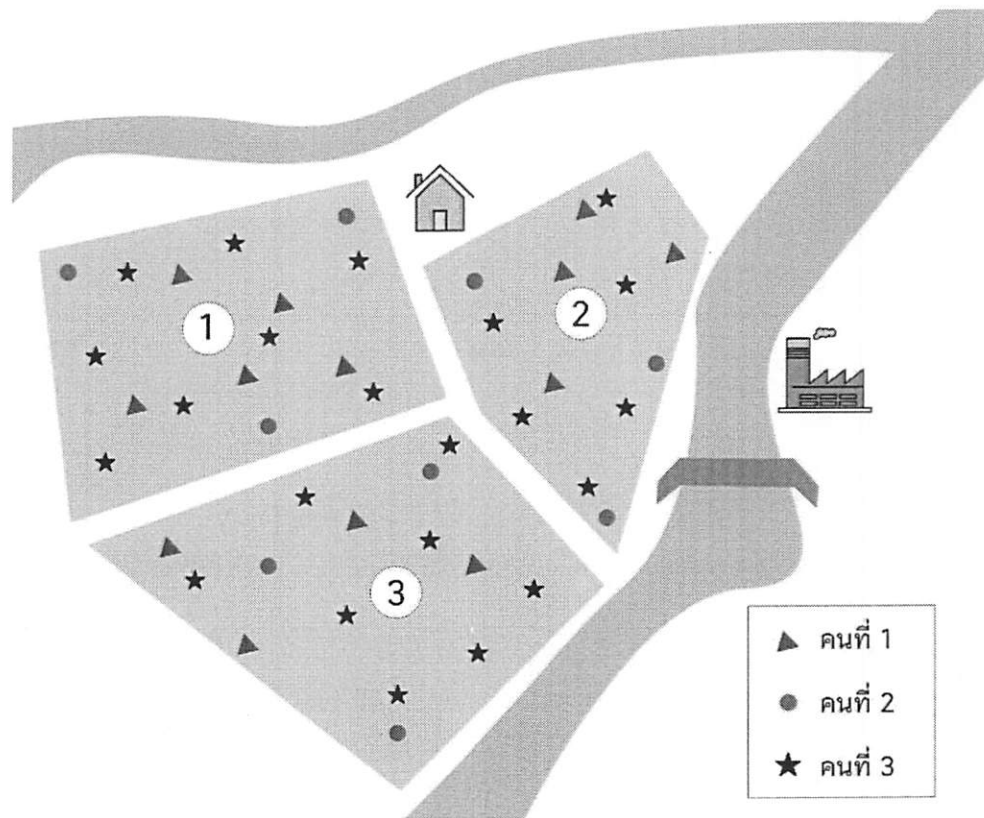
ถูกทั้ง 3 ข้อ ไม่ได้ / ได้ / ได้

ไม่ได้คะแนน

คำตอบอื่น

คำถามข้อที่ 8 - ดิน

เดชาได้จ้างบริษัทตรวจสอบคุณภาพดินให้มาตรวจสอบ บริษัทส่งนักวิทยาศาสตร์
มาเก็บตัวอย่างดิน 3 คน ซึ่งนักวิทยาศาสตร์กำหนดจุดเก็บตัวอย่างดินดังรูป



ผลการตรวจวัดค่า pH ของดินปรากฏดังตาราง

นักวิทยาศาสตร์	แปลงที่	ค่า pH
คนที่ 1	1	7.7
	2	5.0
	3	6.6
คนที่ 2	1	7.2
	2	4.3
	3	5.9
คนที่ 3	1	5.9
	2	4.9
	3	5.1

นักเรียนคิดว่าผลการตรวจสอบของนักวิทยาศาสตร์คนใดน่าเชื่อถือ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านกระบวนการ
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับท้องถิ่น – คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

เฉลย

คะแนนเต็ม

คำตอบกล่าวถึงนักวิทยาศาสตร์คนที่ 3 พร้อมอธิบายถึงการกระจายจุดเก็บตัวอย่างเพื่อให้เป็นตัวแทนของดินทั้งแปลง

คะแนนบางส่วน

คำตอบกล่าวถึงนักวิทยาศาสตร์คนที่ 3 แต่ไม่ได้อธิบายเหตุผลเพิ่มเติม

ไม่ได้คะแนน

คำตอบกล่าวถึงนักวิทยาศาสตร์คนอื่น หรือไม่ได้ตอบคำถาม

คำถามข้อที่ 9 - ดิน

เดชาได้รับผลการตรวจสอบจากบริษัท ผลปรากฏว่าแปลงดินที่ 2 และ 3 ของเดชามีปัญหาดินเป็นกรด เดชาจึงไปขอคำแนะนำจากนักวิชาการเกษตรประจำหมู่บ้าน

หากนักเรียนเป็นนักวิชาการเกษตรประจำหมู่บ้าน นักเรียนจะแนะนำวิธีการแก้ปัญหาให้เดชาอย่างไร พร้อมเหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านความรู้
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับท้องถิ่น – คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

เฉลย

คะแนนเต็ม

คำตอบกล่าวถึงการปรับปรุงค่า pH ในดิน โดยแนะนำให้ใช้ปูนโดโลไมท์, ปูนขาว โดยใส่ในแปลงดินเพื่อปรับค่า pH ในดินให้สูงขึ้น

คะแนนบางส่วน

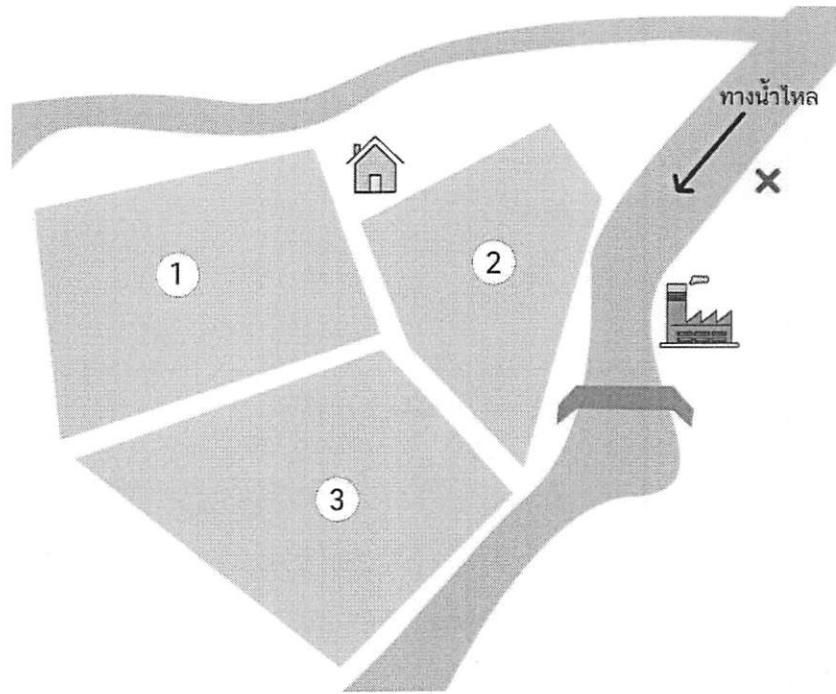
คำตอบกล่าวถึงการปรับปรุงค่า pH ในดินในสภาพเป็นกรด พร้อมบอกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ แต่ไม่ได้อธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น

ไม่ได้คะแนน

คำตอบกล่าวถึงวิธีการอื่น หรือไม่ได้ตอบคำถาม

คำถามข้อที่ 10 - ดิน

กীরติ มีแปลงเกษตรใกล้กับโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งขึ้น ในจุดที่กากบาทในแผนที่



คำถาม นักเรียนคิดว่าแปลงเกษตรของกীরติมีความเป็นกรด-เบสอย่างไร และมีความเหมาะสมในการเพาะปลูกหรือไม่ พร้อมอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านความรู้
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับท้องถิ่น – คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

เฉลย**คะแนนเต็ม**

คำตอบกล่าวถึงค่า pH ของแปลงเกษตรกึ่งดีมีความเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก ประมาณ 5.5 – 7.0 ซึ่งเหมาะสำหรับการปลูกพืช เพราะแร่ธาตุในดินจะสามารถละลายได้ดีในช่วง pH ดังกล่าว ทำให้ที่ดินมีแร่ธาตุเพียงพอต่อการเพาะปลูก

คะแนนบางส่วน

คำตอบกล่าวถึงค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก แต่ไม่ได้อธิบายเพิ่มเติม

ไม่ได้คะแนน

คำตอบอื่น หรือไม่ได้ตอบคำถาม

สถานการณ์ “โดสเร่งขาว”

นพ.จินดา โรจนเมธินทร์ รักษาการผู้อำนวยการสถาบันโรคผิวหนัง กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (สธ.) กล่าวถึงกรณีการขายผลิตภัณฑ์เร่งผิวขาวชื่อ “โดสเร่งขาว” ผ่านทาง อินเทอร์เน็ต ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีลักษณะเป็นน้ำสีต่างๆ อาทิ สีส้มสีแดง สีส้มสีเขียว เป็นต้น โดย ข้อมูลบางส่วนในอินเทอร์เน็ตระบุว่าอาจผลิตมาจากกรด AHA 70% มาผสมกับน้ำกลั่นและผสมสี ลงไป ทำให้ผู้ใช้บางรายมีอาการแสบผิวยามโดนแสงแดด หากผลิตภัณฑ์ดังกล่าวใช้กรด AHA 70% จริง ถือว่ามีความเข้มข้นสูง การนำมาใช้กับผิว ถือว่ามีอันตรายมาก เพราะจะทำให้เกิดอาการ ระคายเคืองผิว ปวดแสบร้อนเหมือนผิวไหม้ หรือต่อให้ไม่เกิดอาการข้างเคียงดังกล่าว แต่การใช้เป็น เวลานานจะทำให้ชั้นผิวบอบบางลงเรื่อยๆ เพราะชั้นผิวถูกลอกออกไปเร็วกว่าตามธรรมชาติ และ เมื่อผิวหนังบอบบางก็จะทำให้เกิดผิวแพ้ง่าย เช่นซีทีพีและไวต่อแสงแดด

ที่มา: <https://www.thaihealth.or.th/Content/2727-“โดสเร่งขาว”%20เสี่ยงอีกเสบอาจพัฒนาเป็นมะเร็งผิวหนัง.html>

(บทความบางส่วนจาก สสส. เผยแพร่เมื่อ 2 ก.ย. 2556)

คำถามข้อที่ 11 - โดสเร่งขาว

จากสถานการณ์ข้างต้น สร. ได้กล่าวถึงอันตรายที่จะเกิดขึ้นหากใช้โดสเร่งขาว ในตารางข้างล่างคือเหตุผลที่อาจเป็นไปได้ที่ สร. จะประกาศห้ามใช้โดสเร่งขาว เหตุผลเหล่านี้เป็นเหตุผลทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

จงทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง "เป็น" หรือ "ไม่เป็น"

เหตุผล	เป็นเหตุผลวิทยาศาสตร์	
	เป็น	ไม่เป็น
1. กรด AHA 70% ทำให้เกิดอาการผิวยุบบาง แพ้ง่าย		
2. น้ำกลั่นและสีที่ผสมเป็นอันตรายต่อผิวหนัง		
3. กรด AHA 70% ทำให้ชั้นผิวลอกออกไวกว่าปกติ		

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านความรู้
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับบุคคล – สุขภาพและโรคภัย
รูปแบบของข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน

เฉลย

คะแนนเต็ม

ถูกทั้ง 3 ข้อ เป็น / ไม่เป็น / เป็น

ไม่ได้คะแนน

คำตอบอื่น

คำถามข้อที่ 12 - โดสเร่งขาว

หากนักเรียนต้องการตรวจสอบค่า pH ในสบูหัวเชื้อโดสเร่งขาว นักเรียนจะมีวิธีในการตรวจสอบค่า pH อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านกระบวนการ
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับบุคคล – สุขภาพและโรคภัย
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

เฉลย

คะแนนเต็ม

คำตอบอธิบายถึงวิธีการตรวจสอบค่า pH อย่างเป็นขั้นตอน บอกชนิดของสารเคมีที่ใช้เกณฑ์ในการระบุค่า pH จากวิธีการตรวจสอบดังกล่าว

คะแนนบางส่วน

คำตอบอธิบายวิธีการตรวจสอบค่า pH อย่างเป็นขั้นตอน แต่ไม่ได้บอกถึงสารเคมีที่ใช้และเกณฑ์ในการระบุค่า pH

ไม่ได้คะแนน

คำตอบอธิบายวิธีการตรวจสอบค่า pH อย่างคลุมเครือไม่เป็นขั้นตอน หรือไม่ได้ตอบ

คำถาม

คำถามข้อที่ 13 - โดสเร่งขาว

นักเรียนเห็นครีมอีกชนิดหนึ่ง โฆษณาว่าช่วยผลัดเซลล์ผิวอย่างอ่อนโยน กระจ่างใส โดยผสมผสาน AHA 10% ซึ่งมีขนาดโมเลกุลเล็กสามารถซึมเข้าสู่ผิวได้ดี ช่วยเสริมการผลัดเซลล์ผิวชั้นนอก บำรุงผิวให้ดูขาวสว่างกระจ่างใส และฟื้นฟูบำรุงผิวที่ถูกทำลายจากแสงแดด จะเริ่มเห็นผลเมื่อใช้เป็นประจำติดต่อกันนาน 2 เดือน

AHA หน้าขาวใส



เมื่อนักเรียนนำครีมชนิดนี้ไปตรวจสอบด้วยอินดิเคเตอร์ ได้ผลการทดสอบดังตาราง

ชนิดอินดิเคเตอร์	ช่วง pH เปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน	สีที่สังเกตได้จากการตรวจสอบ
เมทิลออเรนจ์	3.2 – 4.4	ส้ม – เหลือง	ส้มเหลือง
ฟีนอลเรด	6.8 – 8.4	เหลือง – ส้ม	เหลือง
เมทิลเรด	4.2 – 6.3	ส้ม – เหลือง	ส้ม
บรอมไทมอลบลู	6.0 – 7.6	เหลือง – น้ำเงิน	เหลือง
ฟีนอล์ฟทาลีน	8.3 – 10.0	ไม่มีสี – ชมพู	ไม่มีสี

คำถาม ครีมผิวขาวชนิดนี้ มีค่า pH เท่าใด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านกระบวนการ
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับบุคคล – สุขภาพและโรคภัย
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

เฉลย

คะแนนเต็ม

คำตอบกล่าวถึงค่า pH ในช่วง 3.2 – 4.2 เนื่องจาก

- เมื่อหยดเมทิลออเรนจ์ เปลี่ยนเป็นสีส้มเหลือง แสดงว่าค่า $3.2 < \text{pH} < 4.4$
- เมื่อหยดฟีนอลเรด เปลี่ยนเป็นสีเหลือง แสดงว่าค่า $\text{pH} < 6.8$
- เมื่อหยดเมทิลเรด เปลี่ยนเป็นสีส้ม แสดงว่าค่า $\text{pH} < 4.2$
- เมื่อหยดบรอมไทมอลบลู เปลี่ยนเป็นสีเหลือง แสดงว่าค่า $\text{pH} < 4.2$
- เมื่อหยดฟีนอล์ฟทาลีน สีไม่เปลี่ยนแปลง (ใส) แสดงว่าค่า $\text{pH} < 8.3$

คะแนนบางส่วน

คำตอบกล่าวถึงค่า pH ในช่วง 3.2 – 4.2 แต่ไม่ได้อธิบายเพิ่มเติม

ไม่ได้คะแนน

คำตอบอื่น หรือไม่ได้ตอบคำถาม

คำถามข้อที่ 14 - โดสเร่งขาว

โกลดา เป็นเพื่อนสนิทนักเรียนซึ่งมีสีผิวคล้ำเสียจากแสงแดด ซึ่งโกลดาตัดสินใจจะซื้อครีมมาบำรุงผิวให้ขาวขึ้น นักเรียนและโกลดาจึงได้สืบค้นข้อมูลมาได้ดังนี้

1. สำหรับผิว ค่า pH ที่เหมาะสมควรอยู่ที่ระดับ 5.5 ซึ่งมีความเป็นกรดอ่อนๆ เกิดจากน้ำมันจากต่อมไขมัน ผลิตออกมาสู่ผิวหนึ่งชั้นนอกแล้วผสมกับกรดแลคติกและอะมิโนจากเหงื่อเลยทำให้เกิดเป็น pH ระดับ 5.5

2. ความสมดุลความเป็นกรด-ด่างของผิวอยู่ที่ค่าประมาณ 4.7 – 5.75 ค่า pH ของผิวมีหน้าที่สำคัญ ช่วยรักษาความอ่อนนุ่มให้ผิวและปกป้องผิวจากเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา

3. AHA เป็นสารที่สามารถทำละลายได้แค่น้ำเท่านั้น มีคุณสมบัติช่วยผลัดเซลล์ผิวและปรับสีผิวให้สม่ำเสมอ โดยความเข้มข้นที่ปลอดภัยต่อการใช้งานอยู่ที่ไม่เกิน 10% ในผลิตภัณฑ์

4. AHA ในปริมาณความเข้มข้นสูง แม้จะมีคุณสมบัติในการขจัดเซลล์ผิวให้หลุดลอกเร็วขึ้น สดใสขึ้น แต่ขณะเดียวกันจะทำให้ผิวเกิดการระคายเคือง ผื่นคัน และไวต่อแสงแดด

ที่มา : 1. <https://www.prachachat.net/facebook-instant-article/news-199511>

(บทความบางส่วนจากประชาชาติธุรกิจออนไลน์, เผยแพร่ 3 ส.ค. 2561)

2. <https://www.eucerin.co.th/about-skin/basic-skin-knowledge/skins-ph>

(บทความบางส่วนจากเว็บไซต์ Eucerin Website)

3. <https://beautyseefirst.com/aha-bha/>

(บทความบางส่วนจากเพจ Beauty See First)

4. <https://www.pharmabeautycare.com/content/5499/aha-bha-กรดผลไม้-ต่างกัน>

อย่างไร

(บทความบางส่วนจากเว็บไซต์ ฟาร์มาบิวตี้แคร์ สกินแคร์โดยเภสัชกร)

นักเรียนจะแนะนำให้ออลดาเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ใด ระหว่าง 1) สบู่หัวเชื้อโดสเร้งขาวผสม AHA 70% หรือ 2) ครีมผิวขาวผสม AHA 10% ขาวได้ใน 2 เดือน พร้อมบอกเหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านความรู้
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับบุคคล – สุขภาพและโรคภัย
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

เฉลย

คะแนนเต็ม

เลือกชนิดผสม AHA 10% หรือไม่เลือกทั้ง 2 ชนิด พร้อมอธิบายเพิ่มเติมถึงค่า pH ที่เหมาะกับสภาพผิวคือประมาณ 5.5 และระดับความเข้มข้นของ AHA ที่เหมาะสมกับผิวหนังอยู่ที่ 5 – 15% ดังนั้นครีมผลัดเซลล์ผิวที่มีส่วนผสมของ AHA 10% จึงยังสามารถใช้ได้โดยไม่ก่อให้เกิดอันตราย ส่วนครีมที่ผสม AHA 70% ไม่เหมาะที่จะใช้เนื่องจากความเข้มข้นของ AHA อยู่ในระดับสูงเกินไปทำให้มีฤทธิ์เป็นกรดที่แรง จะส่งผลให้ผิวหนังบอบบาง แผลง่ายและไวต่อแสงแดด

คะแนนบางส่วน

คำตอบเลือกครีมผสม AHA 10% หรือไม่ได้เลือกทั้ง 2 ชนิด แต่ไม่ได้อธิบายเพิ่มเติม

ไม่ได้คะแนน

คำตอบอื่น หรือไม่ได้ตอบคำถาม

สถานการณ์ “บัฟเฟอร์”

ร่างกายจำเป็นต้องควบคุมค่า pH ของของเหลวทุกชนิดให้มีค่าคงที่ เพื่อให้ร่างกายสามารถดำรงชีวิตได้อย่างปกติสุข เช่น ค่า pH ของพลาสมาในเลือดต้องมีค่าคงที่ ในช่วงประมาณ pH 7.4 ถ้า pH ลดต่ำกว่านี้ จะเกิดโรคเนื่องจากภาวะความเป็นกรดสูง เรียกว่า ภาวะกรดเกิน (Acidosis) ถ้ารุนแรงอาจทำให้หมดสติหรือตายได้ ในทำนองเดียวกันถ้า pH สูงกว่าระดับปกติจะเกิดภาวะความเป็นเบสสูง เรียกว่า ภาวะด่างเกิน (Alkalosis) ซึ่งทำให้ตายได้เช่นกัน

การควบคุม pH โดยอาศัยระบบบัฟเฟอร์เคมีต่างๆ นับเป็นวิธีที่เกิดขึ้นได้ในเวลาอันรวดเร็วเพียงไม่กี่นาทีหลังจากที่ร่างกายได้รับกรดหรือเบสเข้าไป ระบบบัฟเฟอร์ที่มีบทบาทในการควบคุมระดับ pH ของร่างกายมีหลายระบบ จำแนกได้ 3 ระบบ ได้แก่ ระบบไบคาร์บอเนต ($\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$) ระบบฟอสเฟต ($\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$) และระบบโปรตีน

ที่มา : ตำราชีวเคมี (2550)

คำถามข้อที่ 15 - บัฟเฟอร์

ยุทธพงศ์เป็นนักกรีฑาประจำโรงเรียน ในทุกเช้ายุทธพงศ์จะซ้อมวิ่งเป็นระยะทาง 5 กิโลเมตร แต่เนื่องจากเส้นทางปกติถูกปิดปรับปรุงเพื่อซ่อมแซมถนน ยุทธพงศ์จึงต้องวิ่งอ้อมสวนสาธารณะ ทำให้ระยะทางที่วิ่งเพิ่มขึ้นรวมเป็น 10 กิโลเมตร ขณะที่ยุทธพงศ์วิ่งได้ระยะทาง 8 กิโลเมตร เริ่มมีอาการเหนื่อยหอบหายใจแรง ปวดเกร็งกล้ามเนื้อขา ขาและขาเริ่มเป็นตะคริว เขาจึงหยุดวิ่งและพักหายใจไม่นานอาการจึงหายไป

คำถาม เพราะเหตุใดอาการปวดเกร็งกล้ามเนื้อของยุทธพงศ์จึงหายเพียงแค่หยุดวิ่งและพักหายใจ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านความรู้
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับบุคคล – สุขภาพและโรคภัย
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

เฉลย

คะแนนเต็ม

คำตอบกล่าวอ้างถึงการรักษาระดับสมดุลกรด-เบสของร่างกาย ในระบบไหลเวียนเลือด จะมีสารบัฟเฟอร์ที่ช่วยควบคุมค่า pH ภายในร่างกายให้คงที่ ซึ่งเรียกว่า บัฟเฟอร์ ในกระแสเลือด จะมีระบบบัฟเฟอร์ไบคาร์บอเนต ($\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$) ช่วยควบคุม ดังนั้นอาการปวดเกร็งกล้ามเนื้อของ ยุทธพงศ์เกิดจากกรดแลคติกที่สะสมในกล้ามเนื้อ กรดแลคติกจะทำปฏิกิริยากับ ไบคาร์บอเนตเกิดเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และเพื่อกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจาก ร่างกายจึงต้องหายใจแรงขึ้น

คะแนนบางส่วน

คำตอบอ้างถึงการรักษาระดับสมดุลกรด-เบสของร่างกาย แต่ไม่ได้อธิบายเพิ่มเติมถึง ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย

ไม่ได้คะแนน

คำตอบอื่น หรือไม่ได้ตอบคำถาม

ภาคผนวก จ ตัวอย่างแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

ชื่อครูผู้สอน นางสาวพิมพ์ลอย ตามตระกูล

รายวิชา เคมี 4 (ว 32224)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง ค่าพีเอชของสารละลาย

ชื่อผู้สังเกต.....

ตำแหน่ง ผู้วิจัย ครูผู้ร่วมสังเกต

วัน เดือน ปี ที่สังเกต..... เวลา.....น.

กิจกรรมการเรียนรู้

วิธีการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดสถานการณ์

ครูนำเสนอสถานการณ์ผ่านบทความและรูปภาพ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน ในชุมชนหรือเป็นสถานการณ์ที่อยู่ในความสนใจของนักเรียน ขณะนั้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจและสร้างความคุ้นเคยให้แก่ นักเรียน นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์นั้นๆ ร่วมกัน รวมถึงให้นักเรียนได้ระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการตรวจสอบในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์และนำเสนอประเด็นปัญหาเพื่อให้นักเรียนร่วมกันแยกแยะว่าประเด็นที่แต่ละกลุ่มนำเสนอ นั้นสามารถตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ และลงข้อสรุปเลือกปัญหาที่ต้องการตรวจสอบเพื่อให้เป็นประเด็นเดียวกัน

บันทึกในประเด็นต่อไปนี้

1. ความเหมาะสมและสอดคล้องของบริบทหรือสถานการณ์ที่นำเสนอ
2. ความเหมาะสมของวิธีการนำเสนอบริบทหรือสถานการณ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นตอนที่ 4 การนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

ครูผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ใหม่ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการนำความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้รับผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์หรือบริบทใหม่ที่มีความคล้ายคลึงกัน หรือนำไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของสิ่งที่ได้เรียนรู้

บันทึกในประเด็นต่อไปนี้

1. ความเหมาะสมและสอดคล้องของบริบทหรือสถานการณ์ที่นำเสนอ
2. ความเหมาะสมของวิธีการนำเสนอบริบทหรือสถานการณ์
3. พฤติกรรมที่บ่งชี้ว่านักเรียนเกิดเชื่อมโยงความรู้จากบริบทหรือสถานการณ์เดิมไปสู่บริบทหรือสถานการณ์ใหม่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

()

ตำแหน่ง.....

ภาคผนวก ช ตัวอย่างแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้
บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี
เรื่อง กรด - เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

.....
คำชี้แจง

โปรดพิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีมี
ความเหมาะสมในด้านต่างๆ ตามที่กำหนดหรือไม่ โดยให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ระดับ
ความเหมาะสมตามความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
 - 4 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
 - 3 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
 - 2 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
 - 1 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด
-

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ค่าพีเอชของสารละลาย

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. จุดประสงค์การเรียนรู้					
1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้าน ความรู้/พุทธิพิสัยได้อย่างชัดเจน					
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้าน กระบวนการ/ทักษะพิสัยได้อย่างชัดเจน					
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้าน จิตพิสัย/คุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน					
1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อสมรรถนะการอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์					
1.6 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อสมรรถนะการประเมิน และออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
1.7 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมต่อสมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์					
2. กิจกรรมการเรียนรู้					
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนของการจัดการเรียน โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี					
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ใช้บริบทที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตของ นักเรียน					
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนา สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์					
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนา สมรรถนะการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
2.6 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์					
2.7 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง					
2.8 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสม					
2.9 บทความ เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่นำมาเป็นบริบทในการจัดการเรียนการสอนเหมาะสมกับการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามกรอบของ PISA					
3. สื่อการจัดการเรียนรู้					
3.1 สื่อการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อกิจกรรมการเรียนรู้					
3.2 สื่อการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้					
3.3 สื่อการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์					
3.4 สื่อการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
3.5 สื่อการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
4. การวัดและประเมินผล					
4.1 วิธีการวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
4.2 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลมีความเหมาะสมต่อวิธีการวัด					
4.3 เกณฑ์การประเมินผลชัดเจนและเหมาะสม					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

...../...../.....

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความรู้
ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความรู้ด้านวิทยาศาสตร์
เรื่อง กรด - เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาข้อคำถามแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องกับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หรือไม่โดยพิจารณา ความหมายของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ โดยงานวิจัยนี้มุ่งเน้นพัฒนาสมรรถนะในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนสามารถรับรู้ เสนอและประเมินคำอธิบายสำหรับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนักเรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้

- 1.1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- 1.2 ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลอง และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย
- 1.3 เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- 1.4 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยความสมเหตุสมผล
- 1.5 อธิบายศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนสามารถอธิบายและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสามารถเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้

2.1 สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์

2.2 จำแนกได้ว่าประเด็นปัญหาใดที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 นำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

2.4 ประเมินวิธีการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

2.5 บรรยายและประเมินวิธีการต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล ความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนสามารถวิเคราะห์และประเมินข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ การอ้างสิทธิ์และข้อโต้แย้งในรูปแบบต่างๆ ซึ่งนักเรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้

3.1 แปลงข้อมูลที่ได้รับจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง

3.2 วิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป

3.3 ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3.4 แยกแยะได้ว่าข้อโต้แย้งใดมีที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือมาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่นๆ

3.5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาของข้อมูลที่หลากหลาย

โดยเกณฑ์การให้คะแนนความสอดคล้องแต่ละข้อมีดังต่อไปนี้

ให้ 1 ถ้าแน่ใจว่าคำถามนั้นสอดคล้องกับสมรรถนะตามความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ให้ 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นสอดคล้องกับสมรรถนะตามความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ให้ -1 ถ้าไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นสอดคล้องกับสมรรถนะตามความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

คำถาม	สมรรถนะ วิทยาศาสตร์	คะแนน			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
สถานการณ์ที่ 1 ฝนกรด					
คำถามข้อที่ 1 จากข่าวดังกล่าว นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดพืชผลทางการเกษตรของชาวบ้านจึงเสียหายเมื่อโดนน้ำฝนแรกในฤดูร้อน	สมรรถนะที่ 3.4 แยกแยะได้ว่าข้อโต้แย้งใดมีที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือมาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่นๆ				
คำถามที่ 2 หากต้องการเก็บตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำวังเพื่อนำมาตรวจสอบค่าความเป็นกรด-เบส ควรใช้วิธีการตามข้อใดจึงดีที่สุด	สมรรถนะที่ 2.4 ประเมินวิธีการแก้ไขปัญหาด้านวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้				

คำถาม	สมรรถนะ วิทยาศาสตร์	คะแนน			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
<p>คำถามข้อที่ 3</p> <p>จากข้อมูลข้างต้น ศิณีจึงสรุปได้ว่า ประเทศไทยในทุกภาคมีแนวโน้มในการเผชิญฝนกรดมากขึ้นทุกปี</p> <p>คำถาม ข้อมูลใดที่สนับสนุนข้อสรุปของศิณี</p>	<p>สมรรถนะที่ 3.2</p> <p>วิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป</p>				
<p>คำถามข้อที่ 4</p> <p>จากข้อสรุปของศิณี สามารถนำเสนอได้ดังกราฟในข้อใด</p>	<p>สมรรถนะที่ 3.1</p> <p>แปลงข้อมูลที่ได้รับจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง</p>				
<p>คำถามข้อที่ 5</p> <p>สุดาร์ตน์ไม่เห็นด้วยกับการสรุปของศิณี จึงได้เปรียบเทียบข้อมูลในตารางและบอกว่ามีข้อมูลบางส่วนที่ไม่สนับสนุนการสรุปของศิณี</p> <p>คำถาม ข้อมูลในสวนใดที่สุดาร์ตน์บอกว่าไม่สนับสนุนการสรุปของศิณี พร้อมอธิบาย</p>	<p>สมรรถนะที่ 3.3</p> <p>ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์</p>				

คำถาม	สมรรถนะ วิทยาศาสตร์	คะแนน			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
สถานการณ์ที่ 2 ดิน					
คำถามข้อที่ 6 นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด เดชาจึงมีรายได้ที่ลดลง	สมรรถนะที่ 1.3 เสนอสมมติฐานเพื่อ ใช้ในการอธิบาย				
คำถามข้อที่ 7 จากสถานการณ์ของเดชา นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เสนอ ต่อไปนี้ ปัญหาใดสามารถ ตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	สมรรถนะที่ 2.2 จำแนกได้ว่าประเด็น ปัญหาใดที่สามารถ ตรวจสอบได้ด้วย กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์				
คำถามข้อที่ 8 เดชาได้จ้างบริษัทตรวจสอบ คุณภาพดินให้มาตรวจสอบ บริษัทส่งนักวิทยาศาสตร์มา เก็บตัวอย่างดิน 3 คน ซึ่ง นักวิทยาศาสตร์กำหนดจุดเก็บ ตัวอย่างดินดังรูป ผลการตรวจวัดค่า pH ของ ดินปรากฏดังตาราง นักเรียนคิดว่าผลการ ตรวจสอบของนักวิทยาศาสตร์ คนใดน่าเชื่อถือ เพราะเหตุใด	สมรรถนะที่ 2.5 บรรยายและประเมิน วิธีการต่างๆ ที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ใน การยืนยันความ น่าเชื่อถือของข้อมูล ความเป็นกลางและการ สรุปอ้างอิงจาก คำอธิบาย				

คำถาม	สมรรถนะ วิทยาศาสตร์	คะแนน			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
<p>คำถามข้อที่ 9</p> <p>เดชาได้รับผลการตรวจสอบจากบริษัท ผลปรากฏว่าแปลงดินที่ 2 และ 3 ของเดชามีปัญหาเดินเป็นกรด เดชาจึงไปขอคำแนะนำจากนักวิชาการเกษตรประจำหมู่บ้าน</p> <p>หากนักเรียนเป็นนักวิชาการเกษตรประจำหมู่บ้าน นักเรียนจะแนะนำวิธีการแก้ปัญหาให้เดชาอย่างไร พร้อมเหตุผล</p>	<p>สมรรถนะที่ 1.5</p> <p>อธิบายศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม</p>				
<p>คำถามข้อที่ 10</p> <p>กิริติ มีแปลงเกษตรใกล้กับโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งขึ้นในจุดที่กากบาทในแผนที่</p> <p>คำถาม นักเรียนคิดว่าแปลงเกษตรของกิริติมีความเป็นกรด-เบสอย่างไร และมีความเหมาะสมในการเพาะปลูกหรือไม่ พร้อมอธิบาย</p>	<p>สมรรถนะที่ 1.4</p> <p>พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยความสมเหตุสมผล</p>				

คำถาม	สมรรถนะ วิทยาศาสตร์	คะแนน			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
สถานการณ์ที่ 3 โดสเร่งขาว					
<p>คำถามข้อที่ 11 จากสถานการณ์ข้างต้น สธ. ได้กล่าวถึงอันตรายที่จะเกิดขึ้นหากใช้โดสเร่งขาว ในตารางข้างล่างนี้คือเหตุผลที่อาจเป็นไปได้ที่ สธ. จะประกาศห้ามใช้โดสเร่งขาว เหตุผลเหล่านี้เป็นเหตุผลทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ จงทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง "เป็น" หรือ "ไม่เป็น"</p>	<p>สมรรถนะที่ 2.1 สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์</p>				
<p>คำถามข้อที่ 12 หากนักเรียนต้องการตรวจสอบค่า pH ในสบู่หัวเชื้อโดสเร่งขาว นักเรียนจะเลือกสารชนิดใดในการตรวจสอบ pH เป็นอันดับแรก เพราะเหตุใด</p>	<p>สมรรถนะที่ 2.3 นำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้</p>				
<p>คำถามข้อที่ 13 เมื่อนักเรียนนำครีมชนิดนี้ไปตรวจสอบด้วยอินดิเคเตอร์ ได้ผลการทดสอบดังตาราง คำถาม ครีมผิวขาวชนิดนี้ มีค่า pH เท่าใด เพราะเหตุใด</p>	<p>สมรรถนะที่ 1.2 ระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบ และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย</p>				

คำถาม	สมรรถนะ วิทยาศาสตร์	คะแนน			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
คำถามข้อที่ 14 หากนักเรียนเป็นผู้บริโภค นักเรียนจะเลือกใช้ครีมชนิดใด ระหว่าง 1) ผสม AHA 70% เร่งขาวใน 7 วัน หรือ 2) ผสม AHA 10% ขาวได้ใน 2 เดือน พร้อมบอกเหตุผล	สมรรถนะที่ 3.5 ประเมินข้อโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์และ ประจักษ์พยานจาก แหล่งที่มาของข้อมูลที่ หลากหลาย				
สถานการณ์ที่ 4 บัฟเฟอร์					
คำถามข้อที่ 15 เพราะเหตุใดอาการปวดเกร็ง กล้ามเนื้อของยูทอปวงศจึงหาย เพียงแค่หยุดพักหายใจ	สมรรถนะที่ 1.1 นำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้สร้าง คำอธิบายที่ สมเหตุสมผล				

ส่วนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

โดยภาพรวมคุณภาพระหว่างตัวบ่งชี้สมรรถนะของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์กับ
 แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ

ดีมาก

ดี

ปานกลาง

ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

...../...../.....

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย**ชื่อ - ชื่อสกุล**

พิมพ์ลอย ตามตระกูล

วัน เดือน ปี เกิด

15 มกราคม 2535

ที่อยู่ปัจจุบัน124/368 หมู่ 3 ตำบลหนองไขว่ อำเภอหล่มสัก
จังหวัดเพชรบูรณ์ 67110**ประวัติการศึกษา**

พ.ศ. 2556

วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่