


**การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนา
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้
เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

อนาวิน สิ้นสิงห์

**การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
พฤษภาคม 2563**

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สกนธ์ชัย ชะนูนนท์)

อาจารย์ที่ปรึกษา



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

พฤษภาคม 2563

ประกาศคุณูปการ

การวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา แนะนำ ให้ข้อคิดเห็น ตลอดจนเสนอแนะแนวทางในการวิจัยและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดีเยี่ยมตลอดมา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัญชลี สิริกุลขจร และนายวัชรพงษ์ ทละสังคินทร์ ที่กรุณาเสียสละเวลามาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการคำ คำปรึกษา คำแนะนำ และแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณผู้บริหารโรงเรียนวังไทรวิทยาคม จังหวัดกำแพงเพชร ตลอดจนครูอาจารย์ และนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

เหนือสิ่งอื่นใดขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และทุกคนในครอบครัวที่ห่วงใยและให้กำลังใจ ช่วยเหลือสนับสนุนการศึกษาแก่ผู้วิจัยมาด้วยดี

คุณประโยชน์ใด ๆ อันพึงมีจากการวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บิดา มารดา ครูอาจารย์ และสถาบันการศึกษาที่ได้ให้การศึกษาดีแก่ผู้วิจัยตลอดมา

อนาวิน สิ้นสิงห์

ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ผู้วิจัย	อนาวิต สิ้นสิงห์
ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกันธ์ชัย ชะนูนนท์
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2562
คำสำคัญ	การสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ การไทเทรตกรด-เบส

บทคัดย่อ

การวิจัยปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไทเทรตกรด-เบส และ 2) เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบดังกล่าวที่มีต่อสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประจำตำบลแห่งหนึ่งในเขตภาคเหนือตอนล่าง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 19 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จำนวน 3 แผน แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครูแบบบันทึกประสบการณ์หลังเรียน แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไทเทรตกรด-เบส รายงานผลการตรวจสอบและชิ้นงานการโต้แย้ง วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส มีลักษณะ ดังนี้ ชั้น

ระบุมารงานและการถามคำถามนำ จัดสถานการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และการให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาเบื้องต้น หรือทำความเข้าใจสถานการณ์ล่วงหน้าจะช่วยให้ นักเรียนสามารถคาดคะเนคำตอบของภาระงานได้ ขั้นการออกแบบวิธีการตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล เปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ทำการทดลอง การสืบค้นโดยให้นักเรียนค้นหาข้อมูลมากกว่า 1 แหล่งและให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อนำไปสู่ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ขั้นกิจกรรมการโต้แย้งและการอภิปรายผล นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการโต้แย้ง และอภิปรายผล โดยการนำเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบ การคาดคะเนคำตอบ ข้อมูลหลักฐานต่าง ๆ ที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุป พร้อมใช้หลักฐานและเหตุผลที่ถูกต้อง สมเหตุสมผล ขั้นการเขียนรายงานผลการตรวจสอบ นักเรียนเขียนรายงานผลการตรวจสอบเป็นรายบุคคล หลังจากนั้นจะเป็นการการตรวจสอบโดยเพื่อนและการปรับปรุง 2) การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบสของนักเรียนได้

Title LEARNING MANAGEMENT USING ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY MODEL TO DEVELOP 11th GRADE STUDENTS' COMPETENCY OF SCIENTIFICALLY INTERPRETING DATA AND EVIDENCE AND SCIENTIFIC REASONING ABILITY ON THE TOPIC OF ACID-BASE TITRATION

Author Anawin Sinsing

Advisor Assistant Professor Skonchai Chanunan, Ed.D

Academic Paper Independent study M.Ed. in Science Education, Naresuan University, 2019

Keywords Argument-Driven Inquiry Model , Interpret data and Evidence Scientifically Competency , Scientific Reasoning Ability , Acid-Based Titration

ABSTRACT

The objectives of this action research were 1)to investigate ways to use the Argument–Driven Inquiry (ADI) model learning management for enhancing 11th grade students' scientific competency to interpret data and evidence and scientific reasoning ability in the topic of acid-base titration and 2) to examine the effect of Argument–Driven Inquiry model learning management on 11th grade students' scientific competency to interpret data and evidence and scientific reasoning ability. The participants were nineteen eleventh grade students of the Science, Mathematics and Technology program from a school in district school of the 2019 academic year. The research instruments were the three lesson plans using ADI model and the data were collected by the reflection of classes by the cooperated teacher, the learning experience records of students, the developed tests of scientific competency to interpret data and scientific evidence and scientific reasoning ability on acid-base titration, the investigation report and the production of a tentative argumentation. The collected qualitative data were analyzed by means of content analysis technique. The results indicated that 1) the ADI model learning management for enhancing the students' scientific compency to interpret data and evidence scientifically

and scientific reasoning ability should be run as the following steps, defining workload and asking leading questions by organizing learning situations related to daily life to help stimulate students' attention and having students search for information about basic content or understanding the situation in advance will help students to anticipate the answer to their workload. For data checking and collection methods, teacher should provide students with opportunities to design data collection methods, to conduct experiments, to search by requiring students to search for more than one source of information, and to allow students to work together as a group. For data analysis phase, creating temporary arguments stage of dispute activities and discussion. All students should participate in the dispute. And then students should be placed on discussing the results by presenting the survey methods and predicting information and evidence used to support the conclusion with evidence and justification for the reason of writing an audit report. Students should be allowed to write an examination report individually. After that it will be a peer review and improvement. 2) As the examination of Argument-Driven Inquiry (ADI) model learning activities on the students' scientific competency to interpret data and scientific reasoning ability , it was found that students' competency and scientific reasoning ability have been improved after learning the ADI model.

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย.....	5
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของงานวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนมัธยมขนาดเล็กแห่งหนึ่ง ในเขตภาคเหนือ ตอนล่าง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีการศึกษา 2562.....	9
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	22
ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์.....	28
การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง... งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	45
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	48
กลุ่มเป้าหมาย.....	48
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	49
การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	51
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	59

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	62
แนวการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและ ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	62
ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและ ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	78
5 บทสรุป.....	95
สรุปและอภิปรายผลการวิจัย.....	95
ข้อเสนอแนะ.....	102
บรรณานุกรม.....	104
ภาคผนวก.....	109
ประวัติผู้วิจัย.....	157

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงโครงสร้างรายวิชา เคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 เรื่อง กรด-เบส.....	17
2	แสดงระดับของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานใน เชิงวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015.....	25
3	แสดงระดับของความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ของ TIMSS 2015	30
4	แสดงการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วย กลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผล ในเชิงวิทยาศาสตร์.....	36
5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคำถามการวิจัยกับเครื่องมือการวิจัย.....	50
6	แสดงผลการเปรียบเทียบโดยภาพรวมของสมรรถนะการแปลความหมาย ข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิง วิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส.....	80
7	แสดงการเปรียบเทียบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์ พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การ ไทเทรตกรด-เบส ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะ ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง.....	93
8	แสดงผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง อินดิเคเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5.....	130
9	แสดงผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	132

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
10	แสดงผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับ กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	135
11	แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดสมรรถนะการ แปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้ เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5.....	140

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	แสดงกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2015.....	24
2	แสดงแบบประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน คนที่ 5.....	67
3	แสดงความสนใจของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้.....	70
4	แสดงการทำงานกลุ่มในวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว.....	71
5	แสดงหลักฐานประกอบการลงข้อสรุป เรื่อง การไทเทรตกรด-เบสของนักเรียน กลุ่มที่ 3.....	72
6	แสดงความสนใจและกระตือรือร้นและความสนใจต่อการเรียนรู้.....	75
7	แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียนกลุ่มที่ 1.....	76
8	แสดงการนำเสนอข้อมูลในกิจกรรมการโต้แย้ง.....	76
9	แสดงคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ในสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์.....	82
10	แสดงคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ในความสามารถในการให้เหตุผลในเชิง วิทยาศาสตร์.....	82
11	แสดงคะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์ของวงจรที่ 1.....	83
12	แสดงชิ้นงานส่วนของหลักฐานในข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่มที่ 1.....	83
13	แสดงร้อยละของความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ของวงจร ที่ 1.....	85
14	แสดงร้อยละของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานใน เชิงวิทยาศาสตร์ของวงจรที่ 2.....	86
15	แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียนกลุ่ม 1.....	87
16	แสดงร้อยละของความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ของวงจร ที่ 2.....	88
17	แสดงร้อยละของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานใน เชิงวิทยาศาสตร์ของวงจรที่ 3.....	89

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
18	แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียนกลุ่มที่ 1.....	89
19	แสดงการอ้างอิงการสืบค้นข้อมูลของนักเรียนกลุ่ม 1(ก) และกลุ่ม 3 (ข).....	90
20	แสดงการนำเสนอข้อมูลในกิจกรรมการโต้แย้ง.....	91
21	แสดงร้อยละของความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ของวงจรร ที่ 3.....	92

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกตสำรวจตรวจสอบและทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบ หลักการแนวคิดและทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนและค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ (สสวท., 2556)

โดยเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การทำให้นักเรียนทุกคนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งรวมถึงความรู้มิติต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ความสามารถทางสติปัญญา กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีด้วย ดังนั้น ตามวัตถุประสงค์ของการประเมิน PISA 2018 จึงได้กำหนดกรอบโครงสร้างการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยสี่องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกันที่อาจจำแนกเป็นหมวดต่าง ๆ ได้แก่ 1.) บริบทหรือสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์ หมายถึง การรับรู้ถึงสถานการณ์ในชีวิต ในระดับบุคคล ระดับชาติ และระดับโลก ทั้งที่เป็นเรื่องในปัจจุบัน หรือในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งจำเป็นต้องมีความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2.) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความเข้าใจในข้อเท็จจริง แนวคิดหลัก และทฤษฎีสำคัญ ที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของโลกและสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี (ความรู้ด้านเนื้อหา) ความรู้เกี่ยวกับวิธีการในการสร้างแนวคิดต่าง ๆ (ความรู้ด้านกระบวนการ) และความเข้าใจในเหตุผลพื้นฐานของกระบวนการสร้างความรู้ (ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้) 3.) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ 4.) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง การตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยความสนใจ ให้ความสำคัญกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และรับรู้และตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมจากผลการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ในระหว่างปี 2006-2018 เท่ากับ 42, 425, 444, 421 และ 426 ซึ่งมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐานขององค์การเพื่อความร่วมมือ

ทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD

ในปี ค.ศ. 2015 โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA: Program for International Student Assessment) ได้มีการประเมินที่เน้นการรู้วิทยาศาสตร์ โดยสมรรถนะด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนชื่อเป็นสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นหนึ่งในสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ถูกประเมินในการรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) เป็นสมรรถนะที่แสดงถึงความสามารถในการระบุนัยเชื่อมโยงของตรรกะหรือข้อบกพร่องระหว่างประจักษ์พยาน การประเมินหลักฐาน ข้อโต้แย้งต่าง ๆ และนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่ถูกต้องซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการใช้ชีวิตของนักเรียนในปัจจุบัน หากนักเรียนขาดสมรรถนะนี้ส่งผลทำให้ขาดความสามารถต่าง ๆ ได้แก่ การแปลผลข้อมูล การวิเคราะห์และแปลข้อมูล การระบุข้อสันนิษฐานหลักฐาน เหตุผล ข้อสรุปและการแยกแยะ และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และยังทำให้มีข้อจำกัดในการใช้วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจากผลการประเมินของโครงการ PISA 2006 สะท้อนให้เห็นว่า การสอนวิทยาศาสตร์โดยปกติมักจะทำให้ความสำคัญกับการใช้ความรู้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ แต่ยังคงขาดการสอนให้นักเรียนรู้จักการนำหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง และสาระเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ดังนั้นนักเรียนจำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนด้านนี้เพิ่มเติม (สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี, อัมพิกา ประโมจันีย์, 2551, หน้า 58-79)

ท่ามกลางคุณลักษณะต่าง ๆ ที่เป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นอีกคุณลักษณะหนึ่งของ "ผู้รู้วิทยาศาสตร์" (OECD, 2013, p.9) การให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ให้เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Kuhn, D., 1993, pp. 810-812) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ค่อนข้างซับซ้อน (Songer, N. B., & Gotwals, A W., 2009, pp.614) ซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ความหมาย คือ ความสามารถของนักเรียนในการสำรวจปรากฏการณ์ พยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้น รวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ และลงข้อสรุป ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และรายงานการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน จากโครงการ TIMSS หรือ โครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ พ.ศ. 2558 (Trends in International Mathematics and Science Study 2015; TIMSS 2015) เป็นโครงการที่สมาคมนานาชาติจัดขึ้นเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (International Association for the Evaluation of Education Achievement; IEA)

ดำเนินการร่วมกับ ประเทศสมาชิกเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการประเมิน TIMSS 2015 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า การประเมินได้พฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ความรู้ 35% การประยุกต์ใช้ความรู้ 40% และการใช้เหตุผล 25% คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ มีคะแนนรวม 456 คะแนน คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์จำแนกตามเนื้อหาวิชาและพฤติกรรมการเรียนรู้ มีดังนี้ ชีววิทยา 466 คะแนน เคมี 445 คะแนน ฟิสิกส์ 437 คะแนน และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ 459 คะแนน จะเห็นได้ว่านักเรียนไทย ทำคะแนนได้ดีในเนื้อหาวิชาชีววิทยา และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ แต่ทำคะแนนได้น้อยในเนื้อหาวิชาเคมีและฟิสิกส์ โดยนักเรียนไทยส่วนใหญ่ยังมีระดับความสามารถทางการเรียนในระดับต่ำ (มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 400 – 474 คะแนน) ซึ่งเป็นระดับที่นักเรียนมีความรู้พื้นฐานอยู่บ้าง และมีนักเรียนที่มีได้คะแนนต่ำกว่า 400 อยู่เป็นจำนวนมาก เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยจำแนกตามรายพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่า มีคะแนนด้านความรู้ 469 ด้านการประยุกต์ใช้ความรู้ 450 และด้านการใช้เหตุผล 447 ซึ่งทำคะแนนได้ดีในด้านความรู้ แต่ทำคะแนนได้ไม่ดีในด้านการประยุกต์ใช้ความรู้และการใช้เหตุผล

การใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายประการ อาทิ 1) ประเด็นหรือหัวข้อของการใช้เหตุผล 2) ข้อมูล หลักฐาน และความรู้ที่มีอยู่ในขณะที่มีการใช้เหตุผล และ 3) ความหลากหลายของการตีความและมุมมองของผู้ใช้เหตุผล เป็นต้น อย่างไรก็ตาม จุดเน้นหลักของการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การแสดงความเชื่อมโยงกันระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่เกี่ยวข้องกัน ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปนั้น (Osborne, J., Erduran, S., Simon, s., & Monk, M., 2011, pp. 63-64) นักวิจัยในต่างประเทศมองว่า การใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ควรเป็นกิจกรรมหนึ่งที่เกิดขึ้นควบคู่ไปกับการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามที่ตนเองอยากรู้ นั้น นักเรียนควรได้รับโอกาสให้มีการชี้แจงเหตุผลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ในระหว่างการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เหตุผลของการตีความหลักฐานและการลงข้อสรุปใด ๆ ตลอดจนเหตุผลของการยอม (หรือไม่ยอมรับ) ข้อสรุปนั้น เป็นต้น (Chinn, C.A. & Malhotra, B. A., 2002 , p. 213)

ซึ่งสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ควรเป็นไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากนักเรียนต้องรู้จักการใช้หลักฐานอ้างอิงหรือประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบาย การใช้เหตุผลในการสรุปหรือการสื่อสาร ในสถานการณ์ของชีวิตจริง (สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2551) และจากผลการประเมิน PISA 2012

ได้เปิดเผยว่า เมื่อพิจารณาคะแนนที่นักเรียนไทยในอดีตทำได้ตามที่ สสวท. (2551, หน้า. 23-103) ได้บันทึกไว้ คะแนนด้านการรู้วิทยาศาสตร์ที่ต่ำนี้ส่วนหนึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการที่นักเรียนไทยยังไม่สามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้

โดยสาเหตุประการหนึ่งมาจาก นักเรียนไม่สามารถระบุอธิบายและประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลายได้และไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างการอธิบายและการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งต่าง ๆ เพื่อเป็นเหตุผลในการตัดสินใจ นักเรียนไม่สามารถแสดงออกถึงการใช้ความคิดและการมีความเป็นเหตุเป็นผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับสูง แต่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุปจากการสำรวจตรวจสอบสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อนได้และสามารถให้เหตุผลและแปลผลจากการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ที่ตรงไปตรงมาได้ (สุนีย์ คล้ายนิลและคณะ, 2546; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554)

จากผลการประเมินสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในโครงการ PISA และผลการประเมินด้านการให้เหตุผลของโครงการ TIMSS สอดคล้องกับสิ่งที่ผู้วิจัยค้นพบในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีในชั้นเรียนของผู้วิจัยพบว่า การเขียนรายงานผลการทดลอง นักเรียนยังไม่สามารถออกแบบการนำเสนอข้อมูล แปลผลข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล แปลความ ระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐานและการให้เหตุผล รวมถึงไม่มีการกล่าวอ้างถึงหลักฐานที่จะนำมาสนับสนุนในการลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผลได้ อาจเป็นเพราะได้รับการฝึกฝนในด้านนี้น้อย และการจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่มักเป็นการบรรยาย จึงลดเวลาในการทำการทดลองลงหรือไม่มีการทำการทดลองเลย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ คือ รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry ; ADI) ของ Sampson & Walker , 2014 ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุภาระงานและถามคำถามนำ 2) การออกแบบวิธีการตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล 3) การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) กิจกรรมการโต้แย้ง 5) การอภิปรายผล 6) การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ 7) การตรวจสอบโดยเพื่อน 8) การปรับปรุงและส่งงาน เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้มีแนวการสอนสืบเสาะและสร้างบริบทในการโต้แย้งให้กับนักเรียน ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม (Berland and Reiser, 2009)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำถามการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ควรมีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร

2. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้หรือไม่อย่างไร

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขอบเขตของงานวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนมัธยมขนาดเล็กแห่งหนึ่ง ในเขตภาคเหนือตอนล่าง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 19 คน เป็นนักเรียนชาย 5 คน และนักเรียนหญิง 14 คน

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลครั้งนี้ คือ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 13 ชั่วโมง และใช้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผน

3. เนื้อหาในการวิจัยเป็นเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง กรด - เบส ซึ่งประกอบด้วย

หัวข้อย่อย ได้แก่ อินดิเคเตอร์ การไทเทรตกรด-เบส และการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การแสดงออกถึงความสามารถในการตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุป นำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น และสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน หรือข้อมูล รวมถึงสามารถให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้ง หรือสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยผู้ที่มีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ต้องสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้

- แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น
- วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป
- ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
- แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทาง

วิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น

- ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่

หลากหลาย

ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ รายงานการสำรวจตรวจสอบและชิ้นงานการโต้แย้ง

2. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถของนักเรียนในการสำรวจปรากฏการณ์ พยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้น รวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ และลงข้อสรุป โดยผู้ที่มีความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ต้องสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้

- ระบุ ใช้และสร้าง รูปแบบการอธิบายและการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับ

วิทยาศาสตร์

- นำเสนอสมมติฐานเพื่ออธิบาย

ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์รายงานการสำรวจตรวจสอบและชิ้นงานการโต้แย้ง

3. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง คือ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันในการสืบเสาะหาความรู้ พิจารณาหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสืบค้น และใช้ความรู้เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ในการสำรวจตรวจสอบเพื่อ

นำมาสู่การลงข้อสรุป และสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวสำหรับใช้นำเสนอในกิจกรรมการโต้แย้ง ที่นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นต่อข้อโต้แย้งของกลุ่มอื่น พร้อมให้เหตุผลประกอบ ซึ่งมี 8 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) การระบุภาระงานและถามคำถามนำ : การนำเข้าสู่ภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติ
- 2) การออกแบบวิธีการตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล : เป็นการทำงานเป็นกลุ่มของนักเรียน (4-5 คน)
- 3) การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว : การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ แล้วเขียนลงในกระดาษหรือกระดาน
- 4) กิจกรรมการโต้แย้ง : เป็นการโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยครูให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอการอภิปรายผลหรือข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน
- 5) การอภิปรายผล : ครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือสืบค้น ซึ่งจะสุ่มนักเรียนออกมาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหา
- 6) การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ : ครูแจกแบบฟอร์มรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้นักเรียน แต่ละคนเขียนรายงานผลที่ได้จากการเรียนรู้
- 7) การตรวจสอบโดยเพื่อน : ครูรวบรวมรายงานผลการตรวจสอบที่ได้จากชั้น การเขียนรายงานผลการตรวจสอบแล้วแจกกลับให้นักเรียนพร้อมกับเอกสารตรวจสอบโดยเพื่อน
- 8) การปรับปรุงและส่งงาน : เมื่อนักเรียนได้รับรายงานผลสำรวจตรวจสอบของตนเองคืนแล้ว ครูให้นักเรียนได้แก้ไข ปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนมัธยมขนาดเล็กแห่งหนึ่ง ในเขตภาคเหนือตอนล่าง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีการศึกษา 2562
 - 1.1 ความนำ ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะ วิสัยทัศน์ หลักการ พันธกิจ เป้าหมาย
 - 1.2 สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม
 - 1.3 คำอธิบายรายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความหมายและความสำคัญของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
 - 2.2 แนวทางการประเมินผลสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
 - 2.2.1 กรอบการประเมินและลักษณะของข้อสอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2015
 - 2.2.2 ระดับของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน
3. ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ความหมายและความสำคัญของความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์
 - 3.2 แนวทางการวัดและประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์
4. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
 - 4.1 ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
 - 4.2 องค์ประกอบของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

4.3 ประโยชน์ของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

4.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

4.5 การวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry Model) กับการพัฒนาสมรรถนะการแปลความข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนมัธยมขนาดเล็กแห่งหนึ่งในเขตภาคเหนือตอนล่าง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีการศึกษา 2562

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาและพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนมัธยมขนาดเล็กแห่งหนึ่ง ในเขตภาคเหนือตอนล่าง ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนดังกล่าว ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความนำ ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะ วิสัยทัศน์ หลักการ พันธกิจ เป้าหมาย ความนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบ

เสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะ

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific process) ในการสืบเสาะหาความรู้ (Scientific inquiry) การแก้ปัญหา โดยผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ (Investigation) การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และการสืบค้นข้อมูล ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลา ความรู้และกระบวนการดังกล่าวมีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลายาวนาน

ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องสามารถตั้งสมมติฐานและตรวจสอบได้ เพื่อนำมาใช้อ้างอิง ทั้งในการสนับสนุนหรือโต้แย้งเมื่อมีการค้นพบข้อมูล หรือหลักฐานใหม่ หรือแม้แต่ข้อมูลเดิม เดียวกัน ก็อาจเกิดความขัดแย้งขึ้นได้ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่ แตกต่างกันความรู้วิทยาศาสตร์จึงเปลี่ยนแปลงได้

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ไม่ว่าจะอยู่ในส่วนใดของโลก วิทยาศาสตร์จึงเป็นผลจากการสร้างเสริมความรู้ของบุคคล การสื่อสารและการเผยแพร่ข้อมูล เพื่อให้เกิดความรู้ในเชิงวิเคราะห์วิจารณ์ ผลให้ความรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้งและส่งผลกระทบต่อคนในสังคมและสิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าและการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้อง อยู่ภายในขอบเขต คุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคม และเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่าง ยั่งยืน

ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี เทคโนโลยีเป็น กระบวนการในงานต่าง ๆ หรือกระบวนการพัฒนา ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยความรู้ วิทยาศาสตร์ร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ ทักษะ ประสบการณ์ จินตนาการ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ของมนุษย์ โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการและแก้ปัญหาของมวล มนุษย์เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับทรัพยากร กระบวนการ และระบบจัดการ จึงต้องให้เทคโนโลยีในทาง สร้างสรรค์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

วิสัยทัศน์

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้รับทั้งความรู้ กระบวนการ และเจตคติ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจกระตือรือร้นที่จะเรียนวิทยาศาสตร์ มีความสงสัย เกิดคำถามในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัวมีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจ

ใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำตอบ ข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัว ทำทากกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหามีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง ก็จะเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นและชีวิต ให้สามารถอธิบายทำนายคาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผลการประสบผลสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจมุ่งมั่นที่จะสังเกต มีการสำรวจ ตรวจสอบ สืบค้นความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายในท้องถิ่นและคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจและความถนัดแตกต่างกัน

การจัดให้ผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์พื้นฐานเป็นการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจ ช่างซึ่งและเห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้หลาย ๆ ด้าน เป็นความรู้แบบองค์รวม อันจะนำไปสู่การสร้างสรรคสิ่งต่าง ๆ และพัฒนาคุณภาพชีวิต มีความสามารถในการจัดการและร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน

พันธกิจ

พัฒนาหลักสูตร พัฒนาผู้เรียน วิธีการสอนหลากหลาย ใช้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ บูรณาการเชื่อมโยงกับชีวิต

เป้าหมาย

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สำรวจตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบหลักการ แนวคิด และทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือ ให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตั้งแต่วัยเริ่มแรกก่อนเข้าเรียน เมื่ออยู่ในสถานศึกษาและเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจในขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี

4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร ความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.2 สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

สาระชีววิทยา

1. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์
2. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุขของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊สการลำเลียงสาร และการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนองการเคลื่อนไหว การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอริโมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
5. เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสาร

ในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

สาระเคมี

1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยการคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

สาระฟิสิกส์

1. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรงแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุลกลของวัตถุงานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้งรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสารสภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของ

แก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาเคมีโฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอวาลส์ ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สสารโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

1. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

3. เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาดำเนิน ดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการดำรงชีวิต

1.3 คำอธิบายรายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายวิชา เคมี รหัสวิชา ว 32224 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1.5 หน่วยกิต เวลา 60 ชั่วโมง

อธิบาย วิเคราะห์เกี่ยวกับความเป็นกรด - เบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส

เบรินสเตด ลาวรี และลิวอิส สมบัติ องค์ประกอบ และประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์ การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุดัชนีออกซิเดชันและตัวออกซิไดส์ รวมทั้งเขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์ หลักการทำงานและเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ

ระบุความเป็นกรด - เบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตดลาวรี และลิวอิส คู่กรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี องค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้าและเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทดปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์ คำนวณและเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส ค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต เลขออกซิเดชันและระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ การเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์ ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้า และปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น เขียน

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายหลังการสะเทิน ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ ดุลสมการรีดอกซ์ ด้วยการใส่เลขออกซิเดชัน และวิธีครึ่งปฏิกิริยา ทดลองการไทเทรตและเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบส ชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ

สืบค้นข้อมูลและนำเสนอเกี่ยวกับตัวอย่างการใช้ประโยชน์และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์กระบวนการสืบเสาะหาความรู้การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์การอธิบายการอภิปรายและสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ความคิดความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเองและดูแลรักษาสสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เฝ้าระวังและพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน มีจิตวิทยาศาสตร์จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

1.3.1 ผลการเรียนรู้

1. ระบุและอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบส โดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตดลาวรี และลิวอิส
2. ระบุคู่กรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี
3. คำนวณและเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส
4. คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส
5. เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายหลังการสะเทิน
6. เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ
7. ทดลองและอธิบายหลักการการไทเทรตและเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบส
8. คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต

9. อธิบายสมบัติ องค์ประกอบ และประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์
10. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส
 11. คำนวณเลขออกซิเดชันและระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์
 12. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้งเขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์
 13. ทดลองและเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์
 14. ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชัน และวิธีครึ่งปฏิกิริยา
 15. ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้าและเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทดปฏิกิริยาารวม และแผนภาพเซลล์
 16. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ชั่วไฟฟ้า และปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น
 17. อธิบายหลักการทำงานและเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ
 18. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทำงานเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ
 19. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน
 - 1.3.2 โครงสร้างรายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

โครงสร้างรายวิชาเคมี ว 32224 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ประกอบด้วยเรื่อง กรด-เบส และเคมีไฟฟ้า รายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงโครงสร้างรายวิชา เคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 เรื่อง กรด-เบส

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชม.)	น้ำหนัก คะแนน
1	กรด - เบส	1. ระบุและอธิบายว่า สารเป็นกรดหรือเบส โดยใช้ทฤษฎีกรด-เบส ของของอาร์เรเนียส เบ รินสเตดลารี และลิวอิส	สารในชีวิตประจำวัน หลายชนิดมีสมบัติเป็น กรดหรือเบส การระบุว่า สารใดเป็นกรดหรือเบส สามารถพิจารณาโดยใช้ ทฤษฎีกรด-เบสของ	30	50
		2. ระบุคู่กรด-เบสของ สารตามทฤษฎีกรด-เบส ของเบรินสเตด-ลารี ของเบรินสเตด-ลารี	ตามทฤษฎีกรด-เบส ของเบรินสเตด-ลารี เมื่อ กรดหรือเบสละลายน้ำ หรือทำปฏิกิริยากับสาร อื่นจะมีการถ่ายโอน โปรตอนระหว่างสารตั้ง ต้นที่เป็นกรดและเบส เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่ง เป็น โมเลกุลหรือไอออนที่ เป็นคู่กรด-เบสของสาร ตั้งต้นนั้น โดยสารที่เป็น คู่กรด-เบสกันจะมี โปรตอนต่างกัน 1 โปรตอน		
		3. คำนวณและ เปรียบเทียบ ความสามารถในการ	กรดและเบสแต่ละชนิด สามารถแตกตัวในน้ำได้		

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชม.)	น้ำหนัก คะแนน
		แตกตัวหรือความแรง ของกรดและเบส	แตกต่างกัน กรดแก่หรือ เบสแก่สามารถแตกตัว เป็นไอออนในน้ำได้เกือบ สมบูรณ์ ส่วนกรดอ่อน หรือเบสอ่อนแตกตัวเป็น ไอออนได้น้อย โดยความสามารถในการ แตกตัวหรือความแรง ของกรดหรือเบสอาจ พิจารณาได้จากค่าคงที่ การแตกตัวของกรดหรือ เบส หรือปริมาณ การแตกตัวเป็นร้อยละ ของกรดหรือเบส		
	4. คำนวณค่า pH ความ เข้มข้นของไฮโดรเนียม ไอออนหรือไฮดรอกไซด์ ไอออนของสารละลาย กรดและเบส		- น้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสแตกตัว ให้ไฮโดรเนียมไอออน และไฮดรอกไซด์ไอออน ที่มีความเข้มข้นเท่ากัน คือ 1.0×10^{-7} โมลต่อลิตร โดยมีค่าคงที่การแตกตัว ของน้ำ เท่ากับ 1.0×10^{-14} - เมื่อกรดหรือเบสแตกตัว ในน้ำ ค่าความเป็นกรด- เบสของสารละลายแสดง		

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชม.)	น้ำหนัก คะแนน
			<p>ได้ด้วยค่า pH ซึ่งสัมพันธ์กับความเข้มข้นของไฮโดร-เนียมไอออน โดยสารละลายกรดมีความเข้มข้นของไฮโดร-เนียมไอออนมากกว่า 1.0×10^{-7} โมลต่อลิตร หรือมีค่า pH น้อยกว่า 7 ส่วนสารละลายเบสมีความเข้มข้นของไฮโดร-เนียมไอออนน้อยกว่า 1.0×10^{-7} โมลต่อลิตร หรือมีค่า pH มากกว่า 7</p>		
		5. เขียนสมการเคมี แสดงปฏิกิริยาสะเทิน และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายหลังการสะเทิน	- ปฏิกิริยาสะเทิน ระหว่างกรดแก่และเบสแก่ ให้สารละลายที่เป็นกลาง ปฏิกิริยาสะเทิน		
		6. เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ	ระหว่างกรดแก่และเบสอ่อน ให้สารละลายที่เป็นกรด ส่วนปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดอ่อนและเบสแก่ ให้สารละลายที่เป็นเบส - เกลือที่ได้จากการสะเทินของกรดแก่ด้วย		

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชม.)	น้ำหนัก คะแนน
			เบสอ่อนเมื่อละลายใน น้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดร ลิซิสได้สารละลายที่มี สมบัติเป็นกรด ส่วน เกลือที่ได้จากการสะเทิน ของกรดอ่อนด้วยเบสแก่ เมื่อละลายในน้ำจะ เกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส ได้สารละลายที่มีสมบัติ เป็นเบส		
	7. ทดลองและอธิบาย หลักการการไทเทรต และเลือกใช้อินดิเคเตอร์ ที่เหมาะสมสำหรับการ ไทเทรตกรด-เบส		การไทเทรตเป็นเทคนิค ในการวิเคราะห์หา ปริมาณ หรือความเข้มข้นของ สารที่ทำปฏิกิริยาพอดี กัน จุดที่สารทำปฏิกิริยา พอดีกันเรียกว่า จุด สมมูลในทางปฏิบัติ จุด สมมูลของปฏิกิริยาอาจ ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ จึงสังเกตจากการเปลี่ยน สีของอินดิเคเตอร์ เพื่อ บอกจุดยุติของการ ไทเทรต ดังนั้น อินดิเค เตอร์ที่เหมาะสมในการ		

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชม.)	น้ำหนัก คะแนน
			ไทเทรตกรด-เบสควร เป็นอินดิเคเตอร์ที่ เปลี่ยนสีในช่วง pH ตรง กับหรือใกล้เคียงกับ pH ของสารละลาย ณ จุด สมมูล		
		8. คำนวณปริมาณสาร หรือความเข้มข้นของ สารละลายกรดหรือเบส จากการไทเทรต	ปริมาณกรดและเบสที่ ทำปฏิกิริยาพอดีกันจาก การไทเทรตกรด-เบส สามารถนำไปคำนวณ ความเข้มข้นของกรด หรือเบสที่ต้องการทราบ ความเข้มข้นได้		
		9. อธิบายสมบัติ องค์ประกอบ และ ประโยชน์ของ สารละลายบัฟเฟอร์	สารละลายบัฟเฟอร์เป็น สารละลายของกรดอ่อน กับเกลือของกรดอ่อนนั้น หรือเบสอ่อนกับเกลือ ของเบสอ่อนนั้น เมื่อเติม กรด เบส หรือน้ำ จะมีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงค่า pH น้อยกว่า สารละลายทั่วไป สมบัติ เฉพาะของสารละลาย บัฟเฟอร์เป็นประโยชน์ ต่อการควบคุม pH		

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชม.)	น้ำหนัก คะแนน
		10. สืบค้นข้อมูล และ นำเสนอตัวอย่างการใช้ ประโยชน์ และการแก้ปัญหาโดย ใช้ความรู้เกี่ยวกับ กรด-เบส	ของระบบในสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมความรู้ เกี่ยวกับกรด-เบส สามารถนำมาใช้ ประโยชน์และแก้ปัญหา ในชีวิตประจำวัน เกษตรกรรม อุตสาหกรรม และ การแพทย์		

จากตาราง 1 ผลการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง กรด - เบส มีจำนวน 10 ข้อ ซึ่งผลการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสนใจศึกษา มีจำนวน 3 ข้อ คือ ข้อ 7. ทดลองและอธิบายหลักการการไทเทรตและเลือกใช้

อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบส ข้อ 8. คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรตและข้อ 10. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส

2. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการแสดงออกถึงความสามารถหนึ่งที่สำคัญของนักเรียน โดยต้องการให้นักเรียนสามารถตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุป สามารถนำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น ๆ และสามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ความหมายและความสำคัญของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

PISA ประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โดยให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) และนิยามการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการทำสิ่งต่อไปนี้

1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) หมายถึง มีความสามารถในการรับรู้ เสนอและประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี

2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) หมายถึง การมีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์

3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) หมายถึง การมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

ความสำคัญของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

บุคคลที่มีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ต้องแสดงออกถึงความสามารถในการตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุป นำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น เช่น ใช้คำพูดของตนเอง แผนภาพ หรือการแสดงแทนอื่น ๆ ได้ ซึ่งสมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์หรือสรุปข้อมูล และใช้ความสามารถในการใช้วิธีการพื้นฐานในการแปลงข้อมูลเป็นการแสดงแทนในรูปแบบอื่น ๆ นอกจากนี้ ยังต้องสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อสรุปหรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ รวมถึงสามารถให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

โดยสรุป ผู้ที่มีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถทำสิ่งต่อไปนี้

- แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น
- วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป
- ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

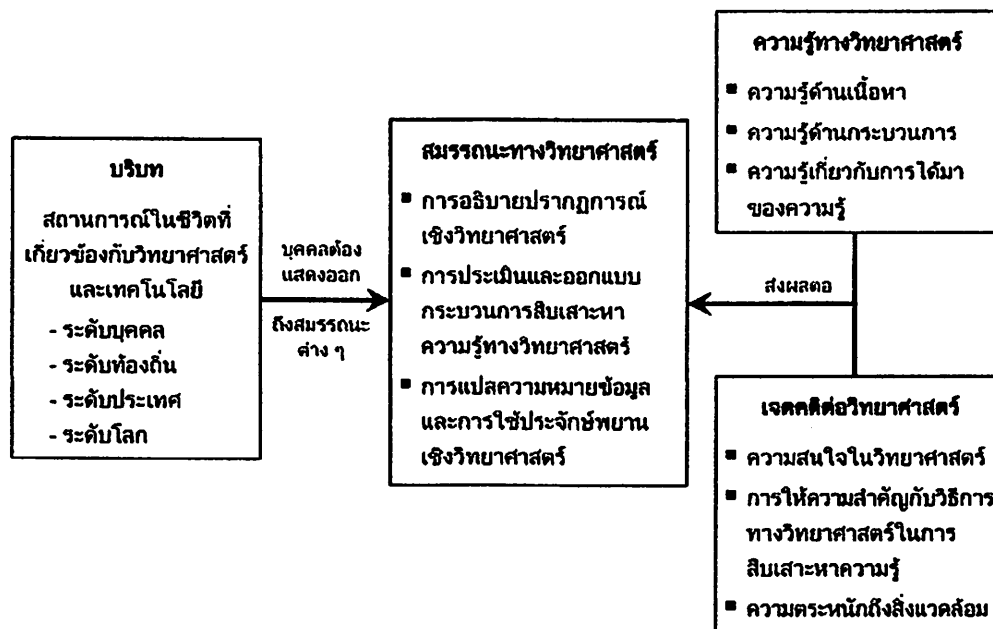
- แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจาก การพิจารณาจากสิ่งอื่น

- ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

2.2 แนวทางการประเมินผลสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

2.2.1 กรอบการประเมินและลักษณะของข้อสอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2015

การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลที่จะเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้าประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง กรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 มีดังภาพ



ภาพ 1 แสดงกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2015

(ที่มา : ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่านและคณิตศาสตร์ (สสวท.))

ข้อสอบที่ใช้วัดสมรรถนะและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 มี 3 รูปแบบ ได้แก่

- 1) เลือกตอบ : มีลักษณะการตอบคำถามดังนี้
 - การเลือกหนึ่งคำตอบจากสี่ตัวเลือก
 - การเลือกคำตอบที่เป็นองค์ประกอบที่อยู่ในภาพหรือข้อความ

- 2) เลือกตอบเชิงซ้อน : มีลักษณะการตอบคำถาม ดังนี้
- การเลือกตอบ “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในชุดคำถาม ซึ่งจะได้คะแนนเมื่อตอบถูกต้องทั้งหมด
 - การเลือกตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบจากรายการที่กำหนดให้
 - การลากคำตอบลงมาวางในตำแหน่งที่กำหนดให้ โดยให้ลากและวางคำตอบเพื่อการจับคู่ การเรียงลำดับ หรือการจำแนกประเภท

- 3) เขียนตอบ : มีลักษณะการตอบคำถาม ดังนี้
- การเขียนตอบแบบสั้นเป็นกลุ่มคำ หรือการเขียนคำตอบแบบยาวเป็นย่อหน้าสั้น ๆ (อาจเป็นคำอธิบายที่ประกอบด้วยประโยค 2-4 ประโยค)
 - ข้อคำถามบางข้อจะให้วาดภาพ เช่น กราฟ หรือแผนภาพ สำหรับการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ข้อคำถามลักษณะนี้ จะมีการปรับแก้ให้สามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการตอบคำถามที่ต้องการได้

2.2.2 ระดับของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน

นอกจาก PISA จะรายงานผลการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เป็นคะแนนเฉลี่ยแล้ว ยังขยายภาพให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่ระบบการศึกษามากขึ้น เพื่อให้รายละเอียดเพิ่มเติมว่านักเรียนรู้วิทยาศาสตร์มากน้อยต่างกันอย่างไร โดยรายงานในรูปของระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่แบ่งออกเป็นระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ 7 ระดับ

ตาราง 2 แสดงระดับของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015

ระดับ	นักเรียนทำอะไรได้บ้าง
6	ที่ระดับ 6 นักเรียนสามารถทำภารกิจวิทยาศาสตร์ที่ยาก ๆ ได้สำเร็จสมบูรณ์เกือบทุกข้อ นักเรียนสามารถดึงเอาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ และโลกและอวกาศ มาสัมพันธ์กัน สามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหา ด้านกระบวนการ และความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ในการให้คำอธิบายทางทฤษฎีหรือคาดคะเนปรากฏการณ์ เหตุการณ์ หรือกระบวนการที่ไม่คุ้นเคย หรือทำนายผลของเหตุการณ์ ในการตีความ แปลความข้อมูลและประจักษ์

ตาราง 2 (ต่อ)

ระดับ	นักเรียนทำอะไรได้บ้าง
	<p>พยาน ก็สามารถแยกแยะสาระที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกับข้อมูลออกจากกันได้ และสามารถดึงเอาความรู้ภายนอกเข้ามาใช้กับเรื่องที่เรียนรู้ได้ สามารถบอกความแตกต่างของข้อโต้แย้งได้ว่าข้อโต้แย้งใดมีพื้นฐานบนประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับข้อใดที่อยู่บนพื้นฐานของความคิดเห็นหรือข้อพิจารณาของผู้อื่น</p> <p>นักเรียนที่ระดับ 6 สามารถประเมินความเหมาะสมของการออกแบบเพื่อการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ การเก็บข้อมูลภาคสนาม หรือการจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้ และสามารถให้เหตุผลที่เหมาะสมเพื่อประกอบการตัดสินใจ</p>
5	<p>ที่ระดับ 5 นักเรียนสามารถใช้กรอบความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ กระบวนการ หรือเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคยและมีความซับซ้อนมากขึ้น สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ที่มีความซับซ้อนในการประเมินการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถให้เหตุผลที่เลือกวิธีการทดลองวิธีใดวิธีหนึ่งและสามารถใช้ความรู้ตามทฤษฎีมาตีความหรือทำนายผลนักเรียนที่ระดับ 5 สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบของปัญหาที่กำหนดให้ในเชิงวิทยาศาสตร์และระบุข้อจำกัดในการแปลความข้อมูล รวมถึงแหล่งที่มาและผลกระทบจากความไม่แน่นอนของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์</p>
4	<p>ที่ระดับ 4 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาสาระที่ยากขึ้น ซึ่งอาจเป็นความรู้ที่บอกให้ในข้อความหรือเป็นความรู้ที่เรียกคืนออกมาได้เอง เพื่อนำมาใช้สร้างคำอธิบายในเหตุการณ์หรือกระบวนการที่ซับซ้อนมากขึ้นและไม่คุ้นเคยมาก่อน สามารถทำการทดลองเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับตัวแปรอิสระมากกว่าสองตัวแปรขึ้นไปในบริบทที่มีข้อจำกัดต่าง ๆ โดยสามารถอธิบายเหตุผลในการออกแบบการทดลองได้ด้วยความรู้ด้านกระบวนการและความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ นักเรียนที่ระดับ 4 สามารถแปลความหมายข้อมูลที่มาจากข้อมูลที่มีความซับซ้อนระดับกลางหรือข้อมูลที่ไม่คุ้นเคยและสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลและที่ขยายออกไกลกว่าที่ได้จากข้อมูลเฉพาะหน้า</p>

ตาราง 2 (ต่อ)

ระดับ	นักเรียนทำอะไรได้บ้าง
3	ที่ระดับ 3 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาที่ค่อนข้างซับซ้อนขึ้น เพื่อระบุบอกประเด็นหรือสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ที่รู้จักคุ้นเคย ถ้าเป็นสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลโดยอาศัยตัวชี้หน้าที่เหมาะสมบางอย่าง สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือความรู้ด้านกระบวนการในการหาความรู้เพื่อออกแบบและดำเนินการทดลองหาข้อมูลในสถานการณ์ที่มีข้อจำกัดได้ นักเรียนที่ระดับ 3 สามารถแยกแยะอย่างชัดเจนได้ว่าประเด็นใดเป็นวิทยาศาสตร์ (อธิบายได้ มีประจักษ์พยาน ตรวจสอบได้ตามกระบวนการวิทยาศาสตร์) และประเด็นใดไม่เป็นวิทยาศาสตร์
2	ที่ระดับ 2 นักเรียนสามารถดึงเอาความรู้ด้านเนื้อหาจากชีวิตประจำวันและความรู้ด้านกระบวนการพื้นฐานมาใช้เพื่อบอกถึงคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตีความข้อมูลและตั้งปัญหาของเรื่องเพื่อออกแบบการทดลองอย่างง่าย นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั่วไปเพื่อบอกข้อสรุปจากข้อมูลชุดที่ไม่ซับซ้อน นักเรียนที่ระดับ 2 สามารถแสดงว่ามีความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือวิธืหาความรู้เพื่อระบุปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้โดยวิธีทางวิทยาศาสตร์
1a	ที่ระดับ 1a นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาและกระบวนการสามัญเพื่อเลือกบอกคำอธิบายของปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์อย่างง่ายที่ต้องการคิดไม่มาก สามารถทำการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นแบบแผนที่มีตัวแปรไม่เกินสองตัวแปรได้เมื่อได้รับความช่วยเหลือ สามารถระบุความสัมพันธ์หรือบอกถึงสาเหตุแบบง่ายได้และแปลความข้อมูลที่เป็นภาพหรือกราฟที่ต้องใช้การคิดเพียงเล็กน้อย นักเรียนที่ระดับ 1a สามารถเลือกคำอธิบายหรือข้อมูลที่เห็นได้ชัดเจนจากที่กำหนดมาให้ในบริบทที่คุ้นเคยหรือเกี่ยวข้องตรง ๆ กับชีวิตส่วนตัว ห้องถิ่น หรือโลก
1b	ที่ระดับ 1b นักเรียนสามารถใช้ความรู้สามัญเพื่อนึกถึงปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์บางแง่มุม สามารถบอกแบบรูปอย่างง่ายในชุดข้อมูล จำคำศัพท์หรือคำทางวิทยาศาสตร์ได้ สามารถทำการทดลองตามวิธีการที่บอกไว้ชัดเจนได้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ
 ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ รวมถึงความสำคัญของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล
 และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจนำพัฒนาสมรรถนะการแปล
 ความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่
 เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถอื่นที่เกี่ยวข้อง ในหัวข้อถัดไป

3. ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นอีกคุณลักษณะหนึ่งที่สำคัญของ
 ผู้เรียน โดยนักเรียนต้องสามารถออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ คาดคะเนคำตอบ รวบรวม
 หลักฐานเชิงประจักษ์และลงข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผลที่มีความสมเหตุสมผล :ซึ่งสามารถ
 พัฒนาควบคู่ไปกับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
 ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ
 ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ความหมายและความสำคัญของความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
 จากนักการศึกษาและนักวิชาการ พบว่า มีการให้ความหมายไว้แตกต่างกัน ดังนี้

Giere (1991) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การคิดเชื่อมโยง
 หลักการทั่วไปกับตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการค้นพบองค์ความรู้ทาง
 วิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ ซึ่งองค์ประกอบที่มีส่วนสำคัญในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่
 สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง สมมติฐานเชิงทฤษฎี ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการปฏิบัติการ
 ทดลอง ข้อมูลการพยากรณ์ ข้อมูลที่สนับสนุนการพยากรณ์ ข้อมูลที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์
 สนับสนุนเพียงพอ เป็นต้น”

Howson and Urbach (2008) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ
 กระบวนการสำรวจตรวจสอบทฤษฎีหรือสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการปฏิบัติการ
 ทดลอง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือข้อเท็จจริงที่มีเหตุผลและมีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์มายืนยันความ
 เป็นไปได้ของทฤษฎีหรือสมมติฐานนั้น”

Lawson (1995) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การคิดของมนุษย์
 ที่ใช้แสวงหาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มต้นจากการสำรวจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

การพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ จนกระทั่งสามารถลงข้อสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้”

Moshman (2011) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การคิดอย่างมีเหตุผล อันนำไปสู่ข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการอนุมาน การทดสอบสมมติฐาน การพยากรณ์ การสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์อย่างมีเหตุผล และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและหลักฐานเชิงประจักษ์ จนนำไปสู่ความเข้าใจในทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์”

จันทรพีญ เชื้อพานิชย์ (2542) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหนึ่งที่จะได้แนวคิดซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเริ่มต้นการศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้วิธีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้แนวทางในการค้นคว้าทดลองมาโดยตลอด วิธีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปรากฏอยู่กับสิ่งที่มนุษย์ต้องการจะรู้ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า เป็นการสรุปความรู้ใหม่จากสิ่งที่รู้อยู่แล้ว โดยใช้เหตุผล ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีอยู่”

จากการศึกษาความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้างต้น สรุปว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสำรวจปรากฏการณ์ พยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น รวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า สำรวจ ตรวจสอบหรือทำการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นองค์ความรู้

3.2 แนวทางการวัดและประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์

แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนของ Lawson (Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR)) ซึ่งแบ่งเป็น 2 ตอน (Lawson, 1995: 436-455)

ตอนที่ 1 ข้อคำถามเชิงเนื้อหาที่เป็นสถานการณ์ พร้อมกับมีข้อมูลรูปภาพประกอบ เพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ รวมถึงวิเคราะห์สถานการณ์ สร้างคำพยากรณ์และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยข้อสอบสามารถเลือกใช้ได้ 2 ประเภท คือ 1) ข้อสอบประเภทที่มีตัวเลือก ได้แก่ ข้อสอบแบบเลือกตอบจะมีตั้งแต่ 2-4 ตัวเลือก และ 2) ข้อสอบประเภทเขียนตอบแบบเติมคำหรือเขียนตอบอย่างสั้น

ตอนที่ 2 เป็นข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายเหตุผลที่เลือกตอบในตอนที่ 1 โดยในแต่ละข้อคำถามมีหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนที่พิจารณาจากคำตอบในแต่ละข้อซึ่งควรจะได้คะแนนทั้งคำตอบที่ถูกต้อง หรือคำตอบที่ไม่ถูกต้องทั้งหมดก็ตาม เมื่อครูพิจารณาถึงคำตอบที่

ถูกต้อง นักเรียนจะต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องพร้อมกับให้คำอธิบายที่สมเหตุสมผล โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนสามารถวัดพฤติกรรมบ่งชี้ได้ดังนี้ (Lawson, 1995:455)

(1) ได้คะแนน 0-4 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดแบบเชิงประจักษ์-อุปนัย (empirical-inductive thinking)

(2) ได้คะแนน 5-8 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดอยู่ระหว่างแบบเชิงประจักษ์-อุปนัย (empirical-inductive thinking) และแบบสมมติฐาน-อุปนัย (hypothetical-inductive level thinking)

(3) ได้คะแนน 9-12 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดแบบสมมติฐาน-อุปนัย (hypothetical-inductive level thinking)

TIMSS หรือ โครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ พ.ศ. 2558 (Trends in International Mathematics and Science Study 2015; TIMSS 2015) เป็นโครงการที่สมาคมนานาชาติจัดขึ้นเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (International Association for the Evaluation of Education Achievement; IEA) ดำเนินการร่วมกับประเทศสมาชิกเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีการประเมินได้พฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ความรู้ การประยุกต์ใช้ความรู้ และการใช้เหตุผล โดยใช้ข้อสอบ 2 ประเภท ดังนี้

- 1) ข้อสอบประเภทเขียนตอบเป็นข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ โดยมีลักษณะของข้อคำถามให้เขียนตอบเติมคำ เขียนตอบแบบอธิบาย หรือวาดรูปอธิบาย เลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง
- 2) ข้อสอบประเภทที่มีตัวเลือกแบบเลือกตอบเป็นข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ โดยมี 4 ตัวเลือก

ตาราง 3 แสดงระดับของความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ของ TIMSS 2015

ระดับความสามารถ	รายละเอียด
ระดับ 4 หรือ ระดับก้าวหน้า (Advanced International Benchmark)	สามารถสื่อสารเพื่อแสดงถึงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดหลักที่ซับซ้อน ที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ทั้งในบริบทที่วัดจริง
มีคะแนนตั้งแต่ 625 คะแนนขึ้นไป	ในทางทฤษฎีและในการทดลอง

ตาราง 3 (ต่อ)

ระดับความสามารถ	รายละเอียด
ระดับ 3 หรือระดับสูง (High International Benchmark) มีคะแนนตั้งแต่ 550-624 คะแนน	สามารถประยุกต์ใช้และสื่อสารเพื่อแสดงถึงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดหลักของวิชาชีพ เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศทั้งในสถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวันและสถานการณ์สมมติ
ระดับ 2 หรือระดับปานกลาง (Intermediate International Benchmark) มีคะแนนตั้งแต่ 475 – 549 คะแนน	สามารถแสดงถึงประประยุกต์ใช้ความรู้วิชาชีพ เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ในบริบทต่าง ๆ
ระดับ 1 หรือระดับต่ำ (Low International Benchmark) มีคะแนนตั้งแต่ 400 – 474 คะแนน	สามารถแสดงถึงความรู้พื้นฐานในเนื้อหาวิชาชีพ เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

จากการศึกษาแนวทางการวัดและประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผล สามารถสรุปได้ว่า แนวทางการวัดและประเมินผล มี 2 วิธี คือ 1) การเลือกคำตอบ และ 2) การเขียนตอบ ซึ่งทั้ง 2 วิธีนั้น จะมีการให้นักเรียนตอบคำถามเพื่ออธิบายเหตุผลในการสนับสนุน หรือการเลือกตอบในข้อนั้น ๆ ซึ่งในงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แนวทางการวัดและประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้ง 2 วิธี

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจนำรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว หัวข้อถัดไป

4. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ คาดคะเนคำตอบ และสร้างคำอธิบาย โดยมีการใช้หลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือเหตุผลที่ถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งจะช่วยให้ส่งเสริมสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

Kuhn (1993, p.323) กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการนำเสนอ สนับสนุน ประเมินและปรับปรุงข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเกิดขึ้นภายในกลุ่มและภายใต้ระเบียบวิธีที่สะท้อนคุณค่าของสังคมวิทยาศาสตร์

Suppe (อ้างถึงใน Okada&Shum,2008,p.291) กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการเชื่อมโยงหลักฐานและทฤษฎี เพื่อสนับสนุนหรือปฏิเสธข้อกล่าวอ้างรูปแบบหรือคำพยากรณ์ที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์

Stark (2009,p.52) กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้กฎและใช้หลักฐานสนับสนุน เพื่อเขียนข้อกล่าวอ้างหรือ หมายถึงกระบวนการสร้างข้อเสนอกจากข้อเท็จจริงหรือข้อมูล

Berland and Reiser (2011,p.152) กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การปฏิบัติทางสังคมที่แสดงถึงกระบวนการที่สมาชิกในสังคมสร้างความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ โดยใช้การศึกษาประเมินผล วิพากษ์วิจารณ์และปรับปรุงข้อกล่าวอ้าง

สันติ อนุวัตรชัย (2553, หน้า 43) การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการของสังคมวิทยาศาสตร์ที่แสดงถึงการสร้าง นำเสนอ ประเมิน ตรวจสอบ และปรับปรุงข้อกล่าวอ้างโดยใช้ข้อเท็จจริง กฎ ทฤษฎีและหลักฐาน

จากความหมายข้างต้น อาจสรุปได้ว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ คือการปฏิบัติทางสังคมที่แสดงถึงกระบวนการที่สมาชิกในสังคมสร้างความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ โดยใช้การศึกษาประเมินผล วิพากษ์วิจารณ์และปรับปรุงข้อกล่าวอ้าง

4.2 องค์ประกอบของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

Lin and Mintzes (2010) ได้เสนอองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สำหรับนำมาใช้จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนว่า ประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง

(Claim) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter claim) และการโต้แย้งกลับ (Rebuttal) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบ มีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองหรือเป็นการนำเสนอความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นที่กำลังเป็นที่พิจารณา

2) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) เป็นการให้เหตุผลในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองกับข้อกล่าวอ้าง เพื่อสนับสนุนให้ข้อกล่าวอ้างที่น่าเสนอมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนี้อาจได้รับการโต้แย้งหรือคัดค้านจากผู้อื่นก็ได้

3) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) เป็นการนำเสนอข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพื่อประกอบการอธิบายเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เพื่อให้ข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นที่ยอมรับโดยหลักฐานนั้นอาจได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่เป็นไปได้ เช่น สี กลิ่น รูปร่าง สถานะ เป็นต้น รวมถึงข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่ได้จากการศึกษางานวิจัยหรือการทดลองอื่นที่มีผู้เก็บรวบรวมไว้แล้ว ทั้งนี้หลักฐานสนับสนุนเหตุผลจะต้องมาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ หรือสามารถทำการทดลองซ้ำแล้วให้ผลเช่นเดียวกับผลที่น่าเสนอได้

4) ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter claim) เป็นข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจากการให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างที่มีผู้นำ เสนอไว้ในตอนแรกซึ่งแตกต่างไปจากเดิม กล่าวคือเป็นการให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างจากมุมมองใหม่ๆ ที่ผู้นำ เสนอข้อกล่าวอ้างไม่ได้กล่าวถึง หรือไม่ได้ นำ มาพิจารณาไว้ใน การนำเสนอข้อกล่าวอ้างในตอนแรก ทำให้ข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลงเป็นกระบวนการที่นำมาใช้เพื่อหาทางขจัดข้อผิดพลาดของข้อกล่าวอ้างที่ได้สร้างขึ้นไว้ในตอนแรก

5) การโต้แย้งกลับ (Rebuttal) เป็นการโต้แย้งเพื่อทำให้ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปจากข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือลดลงและตกไปในที่สุด โดยการหาพยานหลักฐานและการให้เหตุผลที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่ามาสนับสนุน

4.3 ประโยชน์ของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

Venville & Dawson (2010) Cavagnetto & Hand (2012) Osborne et al. (2012) และ Simon & Richardson (2009) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

(1) ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และฝึกการตัดสินใจของนักเรียน

(2) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทำให้ครูสามารถจัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนได้

(3) ช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร การทำงานของนักวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร และวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงและพัฒนาการตอบสนองทางสังคมและวัฒนธรรมได้อย่างไร เช่น การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์เป็นพื้นฐานสำคัญ เมื่อได้ความรู้มาแล้วความรู้นั้นก็ต้องผ่านการสำรวจ ตรวจสอบ วิพากษ์วิจารณ์จากประชาคมของนักวิทยาศาสตร์หรือสังคมโดยส่วนรวมเสียก่อน เพื่อทำให้ความรู้ที่ค้นพบมีความถูกต้องน่าเชื่อถือมากที่สุด

(4) ช่วยพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมายแก่นักเรียน เนื่องจากในการโต้แย้งอภิปรายนักเรียนจะต้องสืบค้นข้อมูลและบูรณาการความรู้ในวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอให้ผู้อื่นรับทราบ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

(5) ถ้าประเด็นที่นำมาให้นักเรียนโต้แย้งเกี่ยวข้องกับสังคม จะทำให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจมากขึ้น เพราะนักเรียนสามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวันในการมีส่วนร่วมหรือให้ความคิดเห็นเชิงวิทยาศาสตร์ต่อชุมชน ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญของการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน

(6) ใช้แก้ความเข้าใจคลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนมักจะมองว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ คือการจดจำเนื้อหาสาระข้อเท็จจริงที่มีผู้รวบรวมไว้แล้ว (Factual knowledge) เป็นความรู้ที่จำเป็นต้องเรียนโดยไม่สามารถแก้ไขหรือโต้แย้งอะไรได้มาเป็นการเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสังคม ที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ในการวิพากษ์ วิจารณ์ ได้แย้ง เกี่ยวกับความน่าเชื่อถือหรือความเป็นไปได้ขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้เห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพลวัตที่สามารถแก้ไขหรือโต้แย้งได้

(7) การโต้แย้งกันด้วยเหตุผลประจักษ์พยานหลักฐาน ช่วยปลูกฝังคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของพลเมืองในสังคมประชาธิปไตย ในการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นที่แตกต่างไปจากความคิดเห็นของตนเอง

(8) ส่งเสริมการรู้จักคิด เพราะการรู้จักคิด คือ การที่นักเรียนตระหนักรู้ตัวอยู่ตลอดเวลาว่าตนเองกำลังคิดอะไร และในขณะที่นักเรียนกำลังโต้แย้งหรือเวลาที่เพื่อนคนอื่นแสดงความไม่เห็นด้วยกับข้อกล่าวอ้าง นักเรียนก็จะต้องมีการลำดับความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่จะพูดออกมาว่าจะต้องทำอะไรต่อไป เป็นการส่งเสริมสมรรถนะของการสื่อสารและการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้กับนักเรียน

4.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นั้น ครูต้องสอนให้นักเรียนรู้จักการนำ หลักฐานและทฤษฎีหรือข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ทดลอง มาสร้างข้อกล่าวอ้าง พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้มี ความ น่าเชื่อถือ การทำ ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นมาจาก และ มี ความถูกต้องได้อย่างไรนั้น ครูจำ เป็นต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างและประเมินข้อกล่าว อ้าง รวมทั้งฝึกการโต้แย้งผ่านการใช้หลักฐาน และการให้เหตุผล (Suppe, 1998) ครูควร ตระหนักว่า ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้แสดงออกมาได้โดยธรรมชาติ ครูจำเป็นต้องทำให้นักเรียน เข้าใจก่อนว่าการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์คืออะไร (Hogan & Maglienti, 2001) โดยการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพจะประกอบไปด้วย 2 สิ่งหลัก ๆ คือ ความรู้ ในเนื้อหาที่จะใช้ในการ โต้แย้ง และความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของการโต้แย้ง (Simon et al., 2002) แนวทางที่เหมาะสม ในการส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน วิทยาศาสตร์ คือ การบูรณาการทักษะ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ในบริบทของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Cavagnetto, 2010) กล่าวคือ การให้นักเรียนลงมือสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์เพื่อสร้างความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และใช้ข้อมูลหลักฐานที่ได้จากการสืบ เสาะหาความรู้มาสร้างเป็นข้อกล่าวอ้าง โดยมีหลักฐานและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างดังกล่าว และนำข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้นไปใช้เป็นประเด็นในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำ ไปสู่ข้อสรุป ขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอ้างอิง จาก Sampson (2014) ได้มีการจัดแนวทางการจัดการ เรียนรู้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มี 8 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การระบุภาระงานและถามคำถามนำ : การนำเข้าสู่ภาระงานที่ต้องการให้ นักเรียนปฏิบัติ
- 2) การออกแบบวิธีการตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล : เป็นการทำงานเป็นกลุ่ม ของนักเรียน (6-7 คน)
- 3) การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว : การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้ง ชั่วคราว เพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ แล้วเขียนลงในกระดาษหรือ กระดาษ
- 4) กิจกรรมการโต้แย้ง : เป็นการโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยครูให้แต่ละ กลุ่มออกมานำเสนอการอภิปรายผลหรือข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน
- 5) การอภิปรายผล : ครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือ

สืบค้น ซึ่งจะส่งนักเรียนออกมาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหา

6) การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ : ครูแจกแบบฟอร์มรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ให้นักเรียน แต่ละคนเขียนรายงานผลที่ได้จากการเรียนรู้

7) การตรวจสอบโดยเพื่อน : ครูรวบรวมรายงานผลการตรวจสอบที่ได้จากชั้นการเขียนรายงานผลการตรวจสอบแล้วแจกกลับให้นักเรียนพร้อมกับเอกสารตรวจสอบโดยเพื่อน

8) การปรับปรุงและส่งงาน : เมื่อนักเรียนได้รับรายงานผลสำรวจตรวจสอบของตนเองคืนแล้ว ครูให้นักเรียนได้แก้ไข ปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน

4.5 การวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry Model) กับการพัฒนาสมรรถนะการแปลความข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ถึงเป้าหมายและวิธีของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดย Sampson, Groom and Walker (2009,pp.43-47) พบว่ากระบวนการนี้สามารถพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ดังสรุปในตาราง 4

ตาราง 4 แสดงการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์

รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์	งานวิจัยที่สนับสนุน
ขั้นที่ 1 การระบุภาระงานและคำถามนำ	-	-	“เมื่อนักเรียนสามารถรับรู้ถึงวัตถุประสงค์หลักและคำถามวิจัยที่ดีแล้ว จะ

ตาราง 4 (ต่อ)

รูปแบบการ สืบเสาะที่ ซับซ้อนด้วย กลวิธีการโต้แย้ง	สมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูล และประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์	ความสามารถใน การให้เหตุผลใน เชิงวิทยาศาสตร์	งานวิจัยที่สนับสนุน
			ช่วยให้นำไปสู่การสร้าง คำตอบที่ถูกต้อง” (Walker and Sampson, 2013)
<p>ขั้นที่ 2 การ ออกแบบวิธีการ ตรวจสอบ และ เก็บรวบรวม ข้อมูล</p>	-	- การสำรวจ ปรากฏการณ์ พยากรณ์สิ่งที่จะ เกิดขึ้น	-
<p>ขั้นที่ 3 การ วิเคราะห์ข้อมูล และการสร้างข้อ โต้แย้งชั่วคราว</p>	<p>- การระบุหลักฐาน และการให้เหตุผล จากตำรา วิทยาศาสตร์ที่ เกี่ยวข้อง</p> <p>- การแปลงข้อมูลจาก แหล่งข้อมูลหนึ่งสู่ รูปแบบการนำเสนอ อื่น ๆ ได้</p> <p>- วิเคราะห์และแปล ความหมายข้อมูล นำไปสู่การสร้าง</p>	- รวบรวมหลักฐาน เชิงประจักษ์	

ตาราง 4 (ต่อ)

รูปแบบการสืบเสาะที่ซับซ้อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์	งานวิจัยที่สนับสนุน
ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล			<p>นักเรียนจะได้ตีความข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะหา</p> <p>“นักเรียนจำเป็นต้องมีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่จะต้องมีความสามารถในการสนับสนุนคำอธิบายข้อสรุป หรือข้อกล่าวอ้างอื่น ๆ ของตนเองด้วยหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสมเพราะว่าความรู้วิทยาศาสตร์นั้นเป็นจริง” (Hodson,2008)</p> <p>“การจัดการเรียนการสอนนี้ นักเรียนจะได้ตีความข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้จากการทดลองหรือสืบเสาะ” (Walker and Sampson, 2013) “นักเรียนต้องจัด</p>

ตาราง 4 (ต่อ)

รูปแบบการ สืบเสาะที่ ซับซ้อนด้วย กลวิธีการโต้แย้ง	สมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูล และประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์	ความสามารถใน การให้เหตุผลใน เชิงวิทยาศาสตร์	งานวิจัยที่สนับสนุน
			<p>กระทำข้อมูลที่ได้จากการ เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อ พัฒนา"</p> <p>"นำไปสู่การสร้างข้อ โต้แย้งชั่วคราว ในขั้นนี้จะ ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ ว่าจะวิเคราะห์และ ตีความหมายข้อมูล อย่างไร โดยมีการนำ เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ ร่วมด้วย" (Sampson, 2014)</p>
<p>ขั้นที่ 4 กิจกรรม การโต้แย้ง</p>	<p>- แยกแยะระหว่างข้อ โต้แย้งที่อยู่บน พื้นฐานของหลักฐาน และทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ และข้อ โต้แย้งที่อยู่บน พื้นฐานของการ พิจารณาอื่น ๆ</p>	<p>-</p>	<p>"นักเรียนนั้นเรียนรู้ได้มาก ขึ้นหากได้แต่ความคิดเห็น กับผู้อื่น มีการตอบสนอง ต่อคำถามของเพื่อนหรือ ได้รับความท้าทายบาง ประการ มีการสื่อสารข้อ กล่าวอ้างในมุมมองของ ตนเอง มีการประเมินข้อดี</p>

ตาราง 4 (ต่อ)

รูปแบบการ สืบเสาะที่ ขับเคลื่อนด้วย กลวิธีการโต้แย้ง	สมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูล และประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์	ความสามารถใน การให้เหตุผลใน เชิงวิทยาศาสตร์	งานวิจัยที่สนับสนุน
	<p>- การประเมินข้อ โต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์และ หลักฐานจาก แหล่งที่มาที่แตกต่าง กัน</p>		<p>ของความคิดที่จะแข่งขัน กัน ซึ่งเป็นการช่วยให้ครู และนักเรียนได้พัฒนา ความเข้าใจพื้นฐานของ ทักษะการโต้แย้งที่สูงขึ้น นำไปสู่การประเมินและ ตัดสินใจว่าถ้าหาก หลักฐาน มีหลากหลาย มี ความเที่ยงตรง มี นัยสำคัญและเพียงพอจะ นำไปสู่การส่งเสริมข้อสรุป หรือข้อกล่าวอ้างได้อย่าง ชัดเจนมากขึ้น” (Sampson, Groom and Walker,2013)</p>
<p>ขั้นที่ 5 การ อภิปรายผล</p>	<p>- การระบุหลักฐาน และการให้เหตุผล จากตำรา วิทยาศาสตร์ที่</p>	<p>-</p>	<p>“ครูและนักเรียนร่วมกัน อภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหา ครูมีการตั้งคำถามทาง วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง</p>

ตาราง 4 (ต่อ)

รูปแบบการ สืบเสาะที่ ซับซ้อนด้วย กลวิธีการโต้แย้ง	สมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูล และประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์	ความสามารถใน การให้เหตุผลใน เชิงวิทยาศาสตร์	งานวิจัยที่สนับสนุน
	<p>เกี่ยวข้อง- การแปล ข้อมูลจาก แหล่งข้อมูลหนึ่งสู่ รูปแบบการนำเสนอ อื่น ๆ</p> <p>- วิเคราะห์และแปล ความหมายข้อมูล นำไปสู่การสร้าง ข้อสรุปที่ สมเหตุสมผล</p>		<p>กับการตรวจสอบนั้น ๆ หรืออาจแสดงกราฟ ตารางข้อมูล แผนภูมิ แล้วให้นักเรียนได้ อภิปรายผลข้อมูลที่ครู แสดงขึ้น ครูอาจจะเป็นผู้ ควบคุมและสอนวิธีการ วิเคราะห์ แปลงข้อมูล ตีความให้กับนักเรียน รวมถึงสอดแทรกเนื้อหา ลงไปด้วย”</p> <p>แล้วให้นักเรียนได้ อภิปรายผลข้อมูลที่ครู แสดงขึ้น ครูอาจจะเป็นผู้ ควบคุมและสอนวิธีการ วิเคราะห์ แปลงข้อมูล ตีความให้กับนักเรียน รวมถึงสอดแทรกเนื้อหา ลงไปด้วย”</p>

ตาราง 4 (ต่อ)

รูปแบบการ สืบเสาะที่ ซับซ้อนด้วย กลวิธีการโต้แย้ง	สมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูล และประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์	ความสามารถใน การให้เหตุผลใน เชิงวิทยาศาสตร์	งานวิจัยที่สนับสนุน
<p>ขั้นที่ 6 การเขียน รายงานผลการ ตรวจสอบ</p>	<ul style="list-style-type: none"> - การระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐานและการให้ เหตุผลจากตำรา ตำราวิทยาศาสตร์ที่ เกี่ยวข้อง - การแปลข้อมูลจาก แหล่งข้อมูลหนึ่งสู่ รูปแบบการนำเสนอ อื่น ๆ - วิเคราะห์และแปล ความหมายข้อมูล นำไปสู่การสร้าง ข้อสรุปที่ สมเหตุสมผล 		<p>“การเขียนรายงานนี้จะ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ แบ่งปันจุดประสงค์ วิธีการ และข้อโต้แย้งทั้งหมดของ การตรวจสอบของพวกเขา ซึ่งช่วยให้นักเรียนได้ เรียนรู้การเขียนรายงาน มากขึ้น รวมถึงการจัดการ เรียนการสอนด้วยวิธีนี้ ต้องการให้นักเรียนสร้าง รายงานที่สามารถตอบ คำถามได้ 3 คำถาม คือ คุณกำลังพยายามทำอะไร ?” (Sampson,2014)</p> <p>“ทำไม ข้อโต้แย้งของคุณ คืออะไร ในข้อนี้นักเรียน จะถูกส่งเสริมให้จัด</p>

ตาราง 4 (ต่อ)

รูปแบบการ สืบเสาะที่ ขับเคลื่อนด้วย กลวิธีการโต้แย้ง	สมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูล และประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์	ความสามารถใน การให้เหตุผลใน เชิงวิทยาศาสตร์	งานวิจัยที่สนับสนุน
			<p>ระเบียบข้อมูลซึ่งนักเรียน ต้องรวบรวมและวิเคราะห์ ข้อมูลเปลี่ยนเป็นตาราง หรือกราฟ เพื่อนำไปใส่ใน รายงาน และมีส่วนอ้างอิง เนื้อหาเพื่อช่วยให้นักเรียน ได้มีการติดต่อสื่อสาร ข้อมูลในหลายรูปแบบ” (Sampson, Groom and Walker,2013)</p>
<p>ขั้นที่ 7 การ ตรวจสอบโดย เพื่อน</p>	<p>- การระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐานและการให้ เหตุผลจากตำราตำรา วิทยาศาสตร์ที่ เกี่ยวข้อง</p> <p>- การแปลข้อมูลจาก แหล่งข้อมูลหนึ่งสู่ รูปแบบการนำเสนอ อื่น ๆ</p> <p>- วิเคราะห์และแปล ความหมายข้อมูล นำไปสู่การสร้าง</p>	-	<p>“กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ มาตรฐานที่เหมาะสมใน การประเมินคุณภาพของ งาน”</p> <p>“แล้วใครในกลุ่มยัง สามารถร่วมกันอธิบายถึง ความถูกต้องของข้อกล่าว อ้างและการอธิบาย เหตุผลของรายงานที่ได้รับ การตรวจสอบว่าดีหรือ</p>

ตาราง 4 (ต่อ)

รูปแบบการ สืบเสาะที่ ซับซ้อนด้วย กลวิธีการโต้แย้ง	สมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูล และประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์	ความสามารถใน การให้เหตุผลใน เชิงวิทยาศาสตร์	งานวิจัยที่สนับสนุน
	ข้อสรุปที่ สมเหตุสมผล		จำเป็นต้องปรับปรุง จึง นับว่าเป็นการส่งเสริม ปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม เพราะต้องมีการลงมติ ร่วมกัน ผลจากกิจกรรม ในชั้นตอนนี้คือ นักเรียน จะเริ่มยอมรับเกณฑ์ที่ เข้มงวดสำหรับการ ประเมินข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์
ขั้นที่ 8 การ ปรับปรุงและส่ง รายงาน	-	-	เรียนรู้คุณค่าของการ ตรวจสอบโดยเพื่อนใน สังคมวิทยาศาสตร์และ สังคมแห่งการเรียนรู้" (Sampson, and Walker,2013)

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่
ซับซ้อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งข้างต้น พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว มีขั้นตอนการจัดการ
เรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง และกิจกรรมการโต้แย้งช่วยส่งเสริมให้นักเรียน
ได้สืบค้น ออกแบบ คาคะเน แปลความหมาย สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย

หลักฐาน และเหตุผลที่เหมาะสมและถูกต้อง จึงนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะ การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิง วิทยาศาสตร์

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยในประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการ สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ มี รายละเอียดดังนี้

วรัญญา จำปามูล (2555: 65-66) ได้ศึกษา ผลของการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ การสอนการสร้างข้อโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิด เชิงเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบ การเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลหลังทดลอง สูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลสูง กว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภคพร อิศระ (2558: 249-260) ได้ศึกษา ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบมี การโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียน วิทยาศาสตร์ภูมิภาค ผลวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เคมีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนเคมีสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 3) นักเรียนกลุ่ม ทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อน การทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05

ภัทราวรรณ ไชยมงคล (2559: 27-40) ได้ศึกษา การพัฒนาความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ผลวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อน

ด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนได้ โดยหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น

พุทธิธร บุรณสถิตวงศ์ (2560: 212-224) ได้ศึกษา การพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการใช้สื่อโฆษณา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ผลวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการใช้สื่อโฆษณาประกอบด้วย การกระตุ้นความรู้เดิมด้วยสื่อโฆษณา การสะท้อนคำโฆษณาที่มีวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์เทียมประกอบอยู่ภายในสื่อโฆษณา การนำเข้าสู่ประเด็นการย่อยอาหารโดยใช้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ของสื่อโฆษณา การศึกษาเนื้อหา การประเมินความเสี่ยงสื่อโฆษณาผ่านบทบาทสมมติ การประยุกต์ใช้ความรู้สร้างชิ้นงาน การนำเสนอชิ้นงาน และการสะท้อนความคิดเพื่อเห็นความคิดที่เปลี่ยนแปลงไปจากการสะท้อนคำโฆษณา 2) ผลของการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์พบว่า อยู่ในระดับ 3 และ 4 ตามลำดับ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

Bao et al. (2009: 586) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนการสอนที่ใช้การสืบเสาะเป็นฐานมีต่อการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศจีน โดยใช้แบบทดสอบประเภทรายบุคคล (stand-alone test) หรือ แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนของ Lawson (Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR)) และแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ โดยใช้แบบสอบมาตรฐานที่ใช้งานวิจัยเป็นฐาน (Research-based standardized test) กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (เกรด 12) จำนวน 5,760 คน ในวิชาฟิสิกส์ ซึ่งนักเรียนได้รับการฝึกอบรมเป็นเวลาต่อเนื่อง 5 ปี ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนที่ใช้การสืบเสาะเป็นฐานสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

Sampson, Grooms and Walker (2011) ได้ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนทางตอนใต้ของสหรัฐอเมริกา โดยให้นักเรียนทำการปฏิบัติในงาน 15 กิจกรรมที่ผู้วิจัยได้คิดขึ้นมาเป็นเวลา 15 สัปดาห์ มีการเปรียบเทียบก่อนหลังการจัดการเรียนการสอนนี้ พบว่านักเรียนมีการอธิบายและสร้างข้อโต้แย้งได้ดีขึ้นหลังจากผ่านกิจกรรม 15 กิจกรรมที่มีการสอดแทรกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง แล้วรูปแบบการเรียนการสอนนี้สามารถนำไปปรับเปลี่ยนธรรมชาติของการเรียนปฏิบัติการให้ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม เพื่อจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนและมีส่วนร่วมในการฝึกทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการเขียนข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น

Sampson Groom and Walker (2013) ได้ใช้รูปแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สำหรับการสอนวิชาปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน พบว่าวิธีนี้สามารถส่งเสริมให้นักศึกษาสามารถเขียนรายงานผลปฏิบัติการมากขึ้น และสามารถเขียนรายงานการโต้แย้งอย่างมีนัยสำคัญ รวมถึงส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองที่ได้บนพื้นฐานของหลักฐานและประจักษ์พยานที่มีอยู่

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (classroom action research) ซึ่งผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการวิจัย โดยมีขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ที่เป็นวงจรต่อเนื่องของ Kemmis (1998 อ้างอิงใน สิริธนา กิจเกื้อกูล, 2557, หน้า 149-152) ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) โดยผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด - เบส เพื่อนำข้อมูลมาใช้ประกอบการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act) ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่สร้างขึ้นไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe) เป็นขั้นการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นขณะปฏิบัติการ โดยใช้เครื่องมือวิจัยในการเก็บข้อมูล คือรายงานสำรวจตรวจสอบนักเรียนและชิ้นงานการโต้แย้งชั่วคราว

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากรายงานการสำรวจตรวจสอบและชิ้นงานการโต้แย้ง เพื่อวิเคราะห์ระดับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและนำมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป ทำเช่นนี้ครบ 3 วงจร และทำการวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบความสามารถการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด - เบส อีกครั้ง

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนมัธยมขนาดเล็กแห่งหนึ่งในเขตภาคเหนือตอนล่างที่กำลังศึกษาวิชาเคมี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 19 คน

เป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ทำการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากเป็นโรงเรียนขนาดเล็ก มีนักเรียนที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์เพียง 1 ห้องเรียนเท่านั้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การไทเทรตกรด - เบส จำนวน 3 แผน ได้แก่ การไทเทรตกรด-เบส และการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 13 ชั่วโมง ตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และครูผู้มีประสบการณ์สอนในเนื้อหากรด-เบสมากกว่า 5 ปี

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.1 เครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้แก่

2.1.1 แบบบันทึกประสบการณ์การเรียน

2.1.2 แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครู

2.2 เครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งต่อการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้แก่

2.2.1 แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.2.2 รายงานผลการตรวจสอบ

2.2.3 ชิ้นงานข้อโต้แย้งชั่วคราว

ตาราง 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคำถามการวิจัยกับเครื่องมือการวิจัย

คำถามการวิจัย	เครื่องมือ					
	แบบบันทึก ประสบการณ์ การเขียน	แบบ สะท้อน การจัด เรียนรู้ ของคุณ	แบบวัด สมรรถนะการ แปลความ หมายข้อมูล และประจักษ์ พยานในเชิง วิทยาศาสตร์	แบบวัด ความสามารถ ในการให้ เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์	รายงาน ผลการ ตรวจ สอบ	ชิ้นงาน ข้อ โต้แย้ง ชั่วคราว
1. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ควรมีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร	✓	✓				
2. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้หรือไม่ อย่างไร			✓	✓	✓	✓

การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง และการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

1.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับหลักสูตร รายวิชาเคมี ว 32224 เพื่อกำหนดกรอบความคิดในด้านสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เอกสารมีดังนี้

1.2.1 หลักสูตรสถานศึกษา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2.2 สาระและผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามสาระเคมีข้อที่ 2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยาเรดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้รายวิชาเคมี ว 32224

ข้อ 7 ทดลอง และอธิบายหลักการการไทเทรตและเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบส

ข้อ 8 คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต

ข้อ 10 สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส

1.2.3 ศึกษารายละเอียดเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งจากหนังสือคู่มือครูเคมี เล่ม 4 และหนังสือแบบเรียนวิชาเคมี เล่ม 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

1.3 วิเคราะห์เนื้อหากิจกรรมการเรียนการสอน มโนคติและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์

1.4 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 แผน

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนและอื่น ๆ และดำเนินการปรับปรุง

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ท่านแรกผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเป็นอาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ท่านที่สองผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์เป็นอาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ และท่านที่สามครูชำนาญการพิเศษเป็นครูสอนรายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษา เวลา และความเหมาะสมและนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาจากความเห็นตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ซึ่งปรับปรุงจากแบบประเมินงานวิจัย และเกณฑ์การประเมินของบุญชม ศรีสะอาด (2554, หน้า 121) ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

5 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.8 นำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ แต่ละแผนการ

จัดการเรียนรู้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด คำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละด้าน แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 - 5.00	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51 - 4.50	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
2.51 - 3.50	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง
1.51 - 2.50	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย
1.00 - 1.50	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์เพื่อตัดสินผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมหรือไม่ โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.51 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 คะแนน ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, หน้า 121)

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1, 2 และ 3 มีความเหมาะสมมากถึงมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.25, 4.45 และ 4.51 คะแนนตามลำดับ และภาพรวมความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้รวม 3 แผน โดยค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.40 คะแนน และผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 แผนแสดงในภาคผนวก ง

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ

โต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการตรวจสอบมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเรียบร้อยเพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์

2. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยพัฒนาตามแนวของ PISA

และ TIMSS ประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ แบบเลือกตอบเชิงซ้อน และแบบเขียนตอบอิสระ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.2 ศึกษาการสร้างข้อสอบเพื่อประเมินสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากหนังสือตัวอย่างการประเมินผลวิทยศาสตร์นานาชาติ PISA และ TIMSS

2.3 ศึกษาหลักสูตร คู่มือ ตำราและรายละเอียดเนื้อหาจากหนังสือแบบเรียนวิชาเคมี เล่ม 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เพื่อรวบรวมเนื้อหาที่นักเรียนต้องศึกษา แล้วนำมาสร้างเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบ

2.4 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ออกเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ แบบเลือกตอบเชิงซ้อน และแบบเขียนตอบอิสระ

2.5 สร้างแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยสร้างแบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นข้อสอบตามแนว PISA และ TIMSS จำนวน 20 ข้อ

2.6 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนการทำแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน และแบบเขียนตอบอิสระ

กำหนดเกณฑ์การพิจารณาการให้คะแนนของข้อสอบแบบเลือกตอบดังนี้

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามผิด

กำหนดเกณฑ์การพิจารณาการให้คะแนนของข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน

ดังนี้

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามถูกทุกข้อ

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามผิดเพียงหนึ่งข้อ

กำหนดเกณฑ์การพิจารณาการให้คะแนนของข้อสอบแบบเขียนตอบอิสระ ดังนี้

2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนเขียนตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนเขียนตอบคำถามได้ถูกต้องบางส่วน

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนเขียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง ตอบไม่ตรงกับ

คำถามหรือไม่ได้ตอบคำถาม

2.7 นำแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และขอคำแนะนำ แก้ไขส่วนที่ยังบกพร่อง แล้วนำมาปรับปรุง

2.8 นำแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ท่านแรกผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเป็นอาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ท่านที่สองผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์เป็นอาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ และท่านที่สามครูชำนาญการพิเศษเป็นครูสอนรายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษาและพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นสามารถวัดได้ครบตามจุดประสงค์หรือไม่ โดยที่

ถ้าแน่ใจข้อคำถามสอดคล้องกับตัวบ่งชี้ของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเท่ากับ +1.00

ถ้าไม่แน่ใจข้อคำถามสอดคล้องกับตัวบ่งชี้ของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเท่ากับ 0.00

ถ้าแน่ใจข้อคำถามไม่สอดคล้องกับตัวบ่งชี้ของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเท่ากับ -1.00

แล้วนำคะแนนที่ได้จากการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมาหาดัชนีความ

สอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยสูตร ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับ เนื้อหาของข้อคำถามข้อนั้น ๆ

R แทน ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ถ้าข้อสอบข้อใดมีค่าดัชนี (IOC) ที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่า ข้อสอบข้อ นั้นเป็นตัวแทนข้อสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, 2539, หน้า 181)

2.9 นำแบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง และปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเสร็จแล้ว ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำในการหาความตรงเชิง เนื้อหาของแบบทดสอบ ดังนี้ ปรับปรุงแบบสอบบางข้อให้สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิง วิทยาศาสตร์ ตามแนวทางการวัดและประเมินผลของ PISA และ TIMSS แล้วจึงเสนอต่อประธาน และกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อขอคำแนะนำ แก้ไขส่วนที่ยังบกพร่อง และนำมาปรับปรุง แก้ไขให้เรียบร้อย

ผลการประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง(IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 - 1 โดย ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ ประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส แสดงผลในภาคผนวก จ

2.10 จากนั้นนำแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์ พยานและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ไปใช้กับผู้เข้าร่วมวิจัยต่อไป

3. แบบบันทึกประสบการณ์หลังเรียน

เป็นแบบบันทึกที่ให้นักเรียนเขียนหลังจากเรียนเสร็จในแต่ละสัปดาห์ ข้อมูลที่ได้จาก การที่นักเรียนเขียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้จะนำไปวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการ สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ

ประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบบันทึกประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 กำหนดระยะเวลาในการบันทึก คือ เมื่อนักเรียนเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน

3.2 กำหนดขอบเขตในการบันทึก คือ ให้นักเรียนทุกคนเขียนแสดงความคิดเห็นโดยจะครอบคลุมในหัวข้อต่อไปนี้

3.2.1 เมื่อครูระบุภาระงานหรือถามคำถามนำนักเรียนได้ตั้งสมมติฐานหรือไม่ และสมมติฐานนั้นเหมาะสมกับภาระงานหรือคำถามอย่างไร

3.2.2 นักเรียนได้ออกแบบวิธีการตรวจสอบ เช่น การทดลอง หรือการสังเกต หรือการเก็บข้อมูล หรือการวิเคราะห์ เป็นต้น แล้วดำเนินการตรวจสอบและเก็บรวบรวมหรือไม่ และวิธีการเก็บรวบรวมของนักเรียนเหมาะสมต่อการหาคำตอบหรือไม่ อย่างไร

3.2.3 นักเรียนได้วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวหรือไม่ และผลที่ได้จากการตรวจสอบมีความน่าเชื่อถืออย่างไร

3.2.4 นักเรียนได้โต้แย้งเพื่อวิพากษ์งานของเพื่อน พร้อมทั้งให้เหตุผลเกี่ยวกับการโต้แย้งหรือไม่ แล้วในขั้นตอนนี้ส่งเสริมการแยกแยะและประเมินข้อโต้แย้งหรือไม่ อย่างไร

3.2.5 นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในเรื่องที่ทำการทดลองมากขึ้น เมื่อครูอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหานั้น ๆ และเสนอแนะการปรับปรุงการออกแบบหรือไม่ อย่างไร

3.2.6 นักเรียนได้ตรวจสอบรายงานของเพื่อน แล้วเขียนสะท้อนข้อปรับปรุงให้แก่เพื่อนหรือไม่ อย่างไร

3.2.7 นักเรียนมีความรู้สึกและความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ของครูอย่างไร

3.3 สร้างแบบบันทึกประสบการณ์การเรียนรู้ตามขอบข่ายที่กำหนด

3.4 นำแบบบันทึกประสบการณ์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาและให้ข้อคิดเห็น

3.5 ปรับปรุง แก้ไข แบบบันทึกประสบการณ์การเรียนรู้แล้วนำไปใช้จริง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้สะท้อนผล

4. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครู

เป็นแบบสังเกตที่ให้ครูหรืออาจารย์ที่มีความเชี่ยวชาญหรือมีประสบการณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 5 ปี เป็นผู้ร่วมสังเกตแนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย หรือผู้วิจัยสะท้อน

ผลการจัดการเรียนรู้ของตนเอง โดยให้ผู้ร่วมสังเกตบันทึกแนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในแต่ละชั้นตอนว่าเหมาะสมหรือไม่ ต่อการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุในเชิงวิทยาศาสตร์ รวมถึงสะท้อนถึงปัญหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.1 กำหนดขอบข่ายการบันทึก

4.1.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง 8 ชั้น ได้แก่

1. การระบุภาระงานและถามคำถาม
2. การออกแบบวิธีการตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว
4. กิจกรรมการโต้แย้ง
5. การอภิปรายผล
6. การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ
7. การตรวจสอบโดยเพื่อน
8. การปรับปรุงและส่งงาน

4.1.2 บันทึกจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในแต่ละชั้นการจัดการเรียนรู้

4.2 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูตามขอบข่ายพฤติกรรมที่กำหนด

4.3 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาและให้ข้อคิดเห็น

4.4 ปรับปรุง แก้ไข แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูแล้วนำไปใช้จริง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้สะท้อนผล

5. รายงานผลการตรวจสอบ

เป็นแบบบันทึกในลักษณะรายงานผลข้อมูลที่ได้หลังจากการทำการตรวจสอบแนวคำตอบของนักเรียน ซึ่งเป็นรายงานแบบรายบุคคล โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

5.1 กำหนดขอบข่ายที่จะบันทึก แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ประกอบด้วย คำถามของการตรวจสอบ วัตถุประสงค์ สมมติฐาน ส่วนที่ 2 วิธีการตรวจสอบ ผลการตรวจสอบ สรุปและอภิปรายผลการตรวจสอบ และส่วนที่ 3 ข้อโต้แย้งของนักเรียนพร้อมเหตุผล

5.2 สร้างรายงานผลการตรวจสอบตามขอบข่ายที่กำหนด

5.3 นำรายงานผลการตรวจสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษา

วิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาและให้ข้อคิดเห็น

5.4 ปรับปรุง แก้ไข รายงานผลการตรวจสอบแล้วนำไปใช้จริง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ แบ่งเป็น 2 ส่วน

1. วิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.1 นำข้อมูลเชิงคุณภาพ อันได้แก่ ข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครู แบบบันทึกประสบการณ์หลังเรียน มาวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1.1.1 ทำการวิเคราะห์และตีความข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือ ได้แก่ แบบบันทึกประสบการณ์การเรียน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครู

1.1.2 ทำการให้รหัสของข้อมูล เพื่อการจัดระเบียบของข้อมูลให้ได้ตามประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ได้แก่ อุปกรณ์และสื่อ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ของครู การควบคุมชั้นเรียน พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และความต้องการเพิ่มเติม เป็นต้น ข้อมูลที่ได้จะแสดงให้เห็นถึงความเกี่ยวข้องต่อการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

1.1.3 นำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้มาจัดกลุ่มข้อมูลให้อยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์และอภิปรายผล

1.1.4 ทำการสรุปข้อมูลเป็นความเรียงเพื่อรายงานผลการดำเนินงานวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยสรุปเป็น 2 ส่วน คือ จุดเด่นและจุดที่ควรพัฒนาในแต่ละชั้นการจัดการเรียนรู้

1.2 ในการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการดำเนินงานนั้นผู้วิจัยดำเนินการเมื่อจบวงจรปฏิบัติในแต่ละวงจรและเมื่อจบวงจรปฏิบัติการครบทุกวงจรแล้ว

1.3 นำผลการวิเคราะห์จากแบบบันทึกประสบการณ์การเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครู มาทำการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยเทคนิคสามเส้า (Triangulation) โดยข้อมูลที่ได้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูจะทำการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยเทคนิคสามเส้าด้านข้อมูล (data triangulation) เนื่องจากมีผู้ให้ข้อมูลหลายคน ได้แก่ ครูเคมีหรือครูวิทยาศาสตร์หรืออาจารย์มหาวิทยาลัยที่มีประสบการณ์การสอนเคมีหรือวิทยาศาสตร์มากกว่า 5 ปี และผู้วิจัย จากนั้นทำการสรุปข้อมูลและวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกประสบการณ์การเรียนรู้อีกครั้ง ซึ่งเป็นการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยเทคนิคสามเส้าด้านวิธีการเก็บข้อมูล (Method triangulation) เพื่อพิจารณาถึงผลของการดำเนินงานว่า ให้ข้อมูลในประเด็นที่เหมือนกันหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่

ในการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลนั้น การตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลแบบวิธีการเก็บข้อมูลนั้น หากข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่แตกต่างกัน เก็บข้อมูลชนิดเดียวกัน โดยเครื่องมือเหล่านั้นให้ข้อมูลในประเด็นเดียวกันหรือให้ผลที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันนั้น แสดงให้เห็นถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล นั้นหมายถึงในการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ และส่งผลให้ผลของการวิจัยมีความน่าเชื่อถือ

2. การวิเคราะห์การมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์หลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การไทเทรตกรด - เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ คือ แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์

2.2 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ ข้อมูลจากรายงานผลการตรวจสอบและชิ้นงานข้อโต้แย้งชั่วคราว นำมาวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis)

2.3 นำผลการวิเคราะห์จากแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อมูลจากรายงานผลการตรวจสอบแนวคำตอบ มาทำการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยเทคนิคสามเส้า (Triangulation) แบบวิธีการเก็บข้อมูล (Method triangulation) มาทำการวิเคราะห์และพิจารณาถึงผลของการดำเนินงานว่าให้ข้อมูลในประเด็นที่เหมือนกันหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่

2.4 สรุปความน่าเชื่อถือของผลการวิจัยที่ได้ เพื่ออธิบายผลของการพัฒนา

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในครั้งนี้ ซึ่งดำเนินการวิจัยตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน แต่ละแผน แบ่งเป็นวงจรปฏิบัติการ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ รวมทั้งสิ้น 13 ชั่วโมง ผู้วิจัยเริ่มดำเนินการเก็บข้อมูลวิจัย ตั้งแต่วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2563 ถึงวันที่ 3 มีนาคม 2563 โดยผู้วิจัยจะนำเสนอข้อมูลผลการวิจัย ดังนี้

ผลการวิจัยแยกรายละเอียดตามคำถามของการวิจัย ได้แก่

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จากคำถามวิจัยข้อที่ 1 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ควรมีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร

ในการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้ด้วย

รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมาย ข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรต กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยได้เริ่มกระบวนการวิจัยตามขั้นตอนการ วิจัยปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ Kemmis (1998 อ้างอิงใน สรินภา กิจเกื้อกูล, 2557, 149 - 151) ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Action) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อน ผล (Reflect) เป็นจำนวน 3 วงจร โดยมีรายละเอียดผลการดำเนินการในแต่ละวงจร ดังต่อไปนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Action) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) โดยมีรายละเอียดการดำเนินงานและผลการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมาย ข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรต กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 แผน 3 วงจร ได้แก่ วงจรที่ 1 แผนที่ 1 อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส (จำนวน 4 ชั่วโมง) วงจรที่ 2 แผนที่ 2 การไทเทรตกรด-เบส (จำนวน 5 ชั่วโมง) วงจรที่ 3 แผนที่ 3 การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส (จำนวน 4 ชั่วโมง) โดยผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ พร้อม จัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ ที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย

2. ขั้นปฏิบัติ (Action) และขั้นสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อินดิเคเตอร์ สำหรับกรด-เบส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ตามขั้นตอนของรูปแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง การดำเนินการในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นระบุนภาระงานและการถามคำถามนำ เป็นขั้นตอนการระบุนภาระงานที่ต้องการ ให้นักเรียนศึกษา โดยนักเรียนได้ศึกษาด้านการณในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อินดิเคเตอร์ สำหรับกรด-เบส ซึ่งการระบุค่า pH หรือความเป็นกรด-เบสของสารจะใช้วิธีการตรวจสอบด้วยอินดิ เคเตอร์ โดยมีการเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียนด้วยการเปลี่ยนสีของน้ำอัญชัน หรือน้ำกะหล่ำสี ม่วง ซึ่งเป็นอินดิเคเตอร์ที่ได้จากธรรมชาติ จากนั้นระบุนงานให้นักเรียนตรวจสอบหาค่า pH ได้แก่ น้ำยาล้างห้องน้ำ ผงซักฟอก น้ำปูนใส และน้ำขี้เถ้า ด้วยอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติที่ใช้ในการ

ตรวจสอบได้แก่ อัญชัน หอมใหญ่ บีทรูท ชมิ้นชัน และดาวเรือง โดยครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยการถามคำถามนำ ดังต่อไปนี้

“ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร”

“ปัจจัยใดบ้างที่นักเรียนคำนึงถึงในการเลือกใช้อินดิเคเตอร์”

พบว่า นักเรียนมีความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น อยากศึกษาสถานการณ์ ตามผลการสะท้อนจากครูวิทยาศาสตร์ที่ร่วมสังเกตการณ์ ที่กล่าวว่า

“สถานการณ์เกี่ยวข้องกับในชีวิตประจำวัน ช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ดี”

(ครูวิทยาศาสตร์, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครู, 11 กุมภาพันธ์ 2563)

นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้วิจัยไม่ได้อธิบายและระบุภาระงานให้ชัดเจนทำให้นักเรียนมีความสับสน สามารถระบุปัญหาของสถานการณ์ได้ ซึ่งสะท้อนได้จากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครู

“นักเรียนไม่สามารถระบุปัญหาของสถานการณ์ได้ ต้องใช้การตั้งคำถามคอยกระตุ้นความเข้าใจของนักเรียน”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครูวงจรที่ 1, 11 กุมภาพันธ์ 2563)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงปรับปรุงการระบุภาระงานให้มีความชัดเจนมากขึ้นและใช้การตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์ถึงปัญหาของสถานการณ์แนวทางการตรวจสอบ นำไปสู่การโต้แย้ง ซึ่งต้องมีการปรับปรุงต่อไปในวงจรที่ 2 และวงจรที่ 3

2. ขั้นการออกแบบวิธีการตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ปรีกษา เพื่อวางแผนออกแบบวิธีการตรวจสอบ คาดคะเนคำตอบของการสำรวจตรวจสอบ และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือ ใบความรู้ เป็นต้น นอกจากนั้นนักเรียนได้ทำการทดลองหาค่า pH ของตัวอย่างจากอินดิเคเตอร์ที่ได้จากธรรมชาติ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการสนับสนุนข้อสรุปของกลุ่มตน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ทราบว่าควรเริ่มทำการสำรวจตรวจสอบศึกษา และคาดคะเนคำตอบอย่างไร เนื่องจากเป็นครั้งแรกที่ได้เรียนด้วยรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบนี้ สะท้อนได้จากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครู (ผู้วิจัยและครูวิทยาศาสตร์, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครูวงจรที่ 1, 11 กุมภาพันธ์ 2563) ผู้วิจัยจึงต้องชี้แนะนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการออกแบบการสำรวจตรวจสอบและการคาดคะเนคำตอบค่อนข้างมาก โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมคิด อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เช่น “ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร” “เราต้องการอะไร” “จะมีวิธีการใดบ้างที่หาเพื่อหาคำตอบ”

นอกจากนี้ ยังพบว่า นักเรียนยังมีความคิดเห็นที่ไม่หลากหลาย ใช้หลักฐานเพียงหลักฐานเดียวในการลงข้อสรุป หรือทำตามเพื่อนกลุ่มข้างเคียง สะท้อนผลได้จากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครู (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครูวงจรที่ 1, 11 กุมภาพันธ์ 2563) ผู้วิจัยจึงต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นถึงความสำคัญของการใช้หลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผลในการลงข้อสรุป อีกทั้งควรให้นักเรียนค้นหาข้อมูลมากกว่า 1 แหล่ง เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือ บทความงานวิจัยต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งครูควรชี้แนะนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการเลือกใช้ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ อย่างถูกต้องและน่าเชื่อถือ เช่นการพิจารณาจากแหล่งข้อมูล หรือเจ้าของข้อมูลที่มีประสบการณ์โดยตรง มีความเชี่ยวชาญชำนาญในข้อมูลนั้น ๆ จะมีความน่าเชื่อถือมากกว่าบุคคลที่ได้รับข้อมูลจากการเล่าต่อกันมา

3. ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นก่อนหน้า นำข้อมูลมาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว พบว่า นักเรียนบางกลุ่มขาดความมั่นใจในการลงข้อสรุปของกลุ่มตนเอง กลัวข้อสรุปของตนจะผิด จึงไปปรึกษากับเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งสะท้อนได้จากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครู

“นักเรียนยังไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูล และสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวจากการทำงานร่วมกันภายในกลุ่มของตนเอง ๆ ได้ นักเรียนมีการปรึกษากันข้ามกลุ่มของตนเอง”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครูวงจรที่ 1, 11 กุมภาพันธ์ 2563)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นถึงความน่าเชื่อถือของข้อสรุป โดยต้องใช้หลักฐานและเหตุผลที่น่าเชื่อถือ และมีจำนวนเพียงพอในการนำมาลงข้อสรุป

4. ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนทั้งห้องได้มีโอกาสในการโต้แย้ง โดยเริ่มจากนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มตน โดยการนำเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบ การคาดคะเนคำตอบ ข้อมูลหลักฐานต่าง ๆ ที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุป พร้อมใช้หลักฐานและเหตุผลที่ถูกต้อง สมเหตุสมผล พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่กล้าแสดงความคิดเห็นต่อข้อโต้แย้งของเพื่อน ดังการสนทนาดังนี้

“ไม่กล้าพูดครับ ผมไม่มั่นใจ”

(นักเรียน S2, กลุ่มที่ 2, การสนทนาอย่างไม่เป็นทางการ, 13 กุมภาพันธ์ 2563)

ผู้วิจัยต้องกระตุ้นให้นักเรียนทุกกลุ่มกลุ่มต้องแสดงความคิดเห็น ข้อโต้แย้งกลุ่มเพื่อน นอกจากนี้ยังพบอีกว่า นักเรียนส่วนใหญ่ใช้หลักฐานคล้ายๆกัน มาใช้ในการลงข้อสรุป จึงไม่ค่อยมีความคิดเห็นที่แตกต่างกันมากนัก (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูวงจรที่ 1, 11 กุมภาพันธ์ 2563)

5. ขั้นการอภิปรายผล นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหา วิธีการสำรวจตรวจสอบ ผลของการสำรวจตรวจสอบ และการลงข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางให้แต่ละกลุ่มนำไปใช้ในการปรับปรุงครั้งต่อไป พบว่า นักเรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ผู้วิจัยจึงเป็นผู้นำในการอภิปราย คอยกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น โดยการสุ่มเรียกชื่อเป็นรายบุคคลและ ให้ข้อเสนอแนะว่า นักเรียนควรหาข้อสรุปจากหลายแหล่ง และเลือกข้อมูลจากแหล่งที่น่าเชื่อถือมาใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อสรุป (ผู้วิจัยและครูวิทยาศาสตร์, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูวงจรถี 1, 11 กุมภาพันธ์ 2563)

6. ขั้นการเขียนรายงานผลการตรวจสอบ นักเรียนเขียนรายงานผลการตรวจสอบเป็นรายบุคคล โดยนักเรียนจะต้องประเมินความคิดที่ได้จากกิจกรรมการโต้แย้ง และการอภิปรายเนื้อหาและวิธีการสำรวจตรวจสอบร่วมกับครูและเพื่อนในห้องเรียน พบว่า นักเรียนเขียนรายงานผลการตรวจสอบจากการเขียนรายงานของกลุ่ม ไม่ได้เขียนตามความคิดของตนเอง ทำให้รายงานการสำรวจตรวจสอบของกลุ่มเหมือนกับรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของรายบุคคล โดยสะท้อนได้จากการเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องเน้นย้ำให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคลตามความคิดเห็นของตนเอง ซึ่งต้องปรับปรุงในวงจรปฏิบัติ 2 และ 3 ต่อไป

นอกจากนั้น หลังจากการดำเนินกิจกรรมในขั้นนี้แล้ว ยังพบว่า การเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝน และพัฒนาการเขียนรายงานได้เป็นอย่างดี ซึ่งสะท้อนได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครู

“ในขั้นนี้ทำให้นักเรียนได้ฝึกการเขียนรายงานได้เป็นอย่างดี เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ยังเขียนไม่เป็น และไม่ค่อยมีโอกาสได้ฝึกฝน”
(ผู้วิจัยและครูวิทยาศาสตร์, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูวงจรถี 1, 11 กุมภาพันธ์ 2563)

7. ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน เป็นขั้นตอนที่เพื่อนนักเรียนประเมินตรวจสอบรายงานการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงรายงานพร้อมให้เหตุผลประกอบ โดยนักเรียนจะต้องศึกษาวิธีการสำรวจตรวจสอบ การคาดคะเนคำตอบ การระบุข้อมูลหลักฐาน และการลงข้อสรุปของเพื่อน จากนั้นประเมินความเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง พร้อมให้เหตุผลประกอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่กล้าให้คำแนะนำ และวิจารณ์ชิ้นงานของเพื่อน จากตัวอย่างใบประเมินรายงานการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อน นักเรียนไม่ระบุการแสดงความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุงลงในแบบประเมิน

รายการ	ความเหมาะสม			ข้อควรปรับปรุงและเหตุผล	
	มาก	ปานกลาง	น้อย	ผู้ตรวจรายงาน	เจ้าของรายงาน
5. อธิบายข้อสรุปและการให้เหตุผล		/		๕	

ภาพ 2 แสดงแบบประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน คนที่ 5

จากตัวอย่างแบบประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อน ครูควรชี้แนะให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อน หรือข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนให้ละเอียด ชัดเจนมากขึ้น

8. ขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน นักเรียนปรับปรุงรายงานตามคำแนะนำจากเพื่อน ซึ่งนักเรียนจะต้องให้เหตุผลว่า เหตุใดจึงเลือกแก้ไขหรือไม่แก้ไขรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน รายงาน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้ปรับปรุงการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เนื่องจาก เพื่อนไม่ได้มีข้อเสนอแนะ หรือความคิดเห็นให้ปรับปรุง (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูวงจรถี 1, 11 กุมภาพันธ์ 2563) ในวงจรปฏิบัติการครั้งต่อไป ครูควรให้นักเรียนเขียนข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการยอมรับหรือไม่ยอมรับการปรับปรุงการเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบด้วย

3. ขั้นสะท้อน (Reflect)

ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ร่วมกับครูประจำการผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมในการนำไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป พบว่า ชั้นอนุภาคระงานและการถามคำถามนำนักเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจ กระตือรือร้นต่อการเรียนรู้ แต่มีความสับสน ไม่สามารถระบุปัญหาของสถานการณ์ได้ เนื่องจากอาจเกิดจากความไม่คุ้นชินกับการเรียนการสอนในรูปแบบนี้จึงไม่เข้าใจลักษณะงาน หรือการจัดกิจกรรม จึงควรจะแนะนำลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ทราบถึงลักษณะและการดำเนินการในแต่ละชั้น ในขั้นออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูลและขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว นักเรียนยังไม่สามารถออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ นักเรียนยังไม่มีความหลากหลายทางความคิดและการหาหลักฐานและเหตุผลในการสนับสนุนข้อโต้แย้ง ควรให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มแบ่งหน้าที่ ให้ทุกคนมีส่วนร่วมใน

กิจกรรม กระตุ้นให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการใช้หลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผลในการลงข้อสรุป ควรชี้แนะนักเรียนเกี่ยวกับการศึกษาข้อมูล สืบค้นข้อมูลหลากหลายและวิธีการเลือกใช้ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ อย่างถูกต้องและน่าเชื่อถือ ชั้นกิจกรรมการโต้แย้งนั้น ควรทำข้อตกลงร่วมกับนักเรียนทั้งห้อง ให้ยอมรับฟังความคิดเห็นและเสนอความคิดเห็นโดยใช้เหตุผลที่เหมาะสมและถูกต้อง ชั้นอภิปรายผล กระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายผล ชั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ควรเน้นย้ำให้นักเรียนเขียนรายงานจากความคิด ความเข้าใจของตนเอง ชั้นตรวจสอบโดยเพื่อน และการปรับปรุงและส่งรายงานเน้นย้ำให้นักเรียนเปิดโอกาสในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น กล่าวแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อน หรือข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนให้ละเอียด ชัดเจนมากขึ้น โดยมีหลักฐาน หรือเหตุผลสนับสนุน

นอกจากนั้น หลังจบการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนได้สะท้อนการจัดการกิจกรรมในแบบบันทึกประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ สถานการณ์เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน ได้ฝึกการทำงานร่วมกัน นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ได้แสดงความคิดเห็นต่อข้อโต้แย้งของเพื่อน พร้อมกับการสืบเสาะหาข้อมูล หลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อโต้แย้งของตน หลังจากการปฏิบัติตามในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แล้ว ผู้วิจัยได้นำผลการสะท้อนจากการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ไปใช้ในการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ต่อไป

วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ตามรูปแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้มีการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ครูทำการสอนและอธิบายเกี่ยวกับการไทเทรตกรดเบสให้นักเรียนเข้าใจก่อน และสอนวิธีการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับการไทเทรต
2. ครูฝึกทักษะการใช้อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการไทเทรตให้กับนักเรียนได้ฝึกปฏิบัติก่อนเข้าสู่กิจกรรม
3. ปรับกิจกรรมการโต้แย้ง โดยผู้วิจัยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับกิจกรรมการ

โต้แย้งร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจลักษณะการจัดกิจกรรม เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ไม่กล้าที่จะแสดงความคิดเห็นต่อการสำรวจตรวจสอบและการลงข้อสรุปของกลุ่มเพื่อน

4. ปรับกิจกรรมการเรียนรู้ โดยสร้างบรรยากาศความเป็นกันเองในชั้นเรียน ทำให้กิจกรรมมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น คอยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน เพื่อให้นักเรียนกลุ่มที่นั่งหลังห้องเกิดความกระตือรือร้นสนใจฟังสิ่งที่ครูพูด และสิ่งที่เพื่อนนำเสนอ

5. ขั้นการเขียนรายงานผลการตรวจสอบ เน้นย้ำให้ผู้เรียนเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบซึ่งเป็นงานรายบุคคล จากความคิดเห็น ความเข้าใจของตนเอง

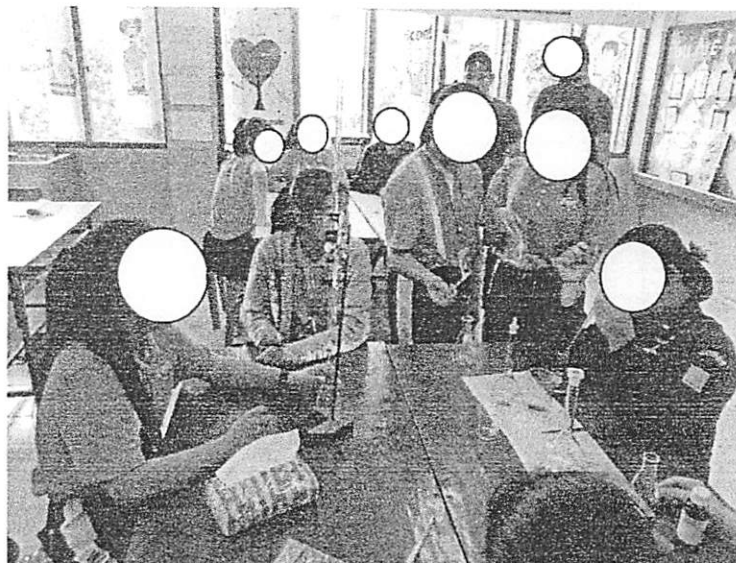
6. ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน เน้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อน หรือข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนให้ละเอียด ชัดเจนมากขึ้น

7. ขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน เน้นย้ำให้นักเรียนอธิบายเหตุผลว่า เหตุใดจึงปรับปรุงหรือไม่ปรับปรุงรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน

2. ขั้นปฏิบัติ (Action) และขั้นสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ตามขั้นตอนของรูปแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง การดำเนินการในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นระบุภาระงานและการถามคำถามนำ เป็นขั้นตอนการระบุภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนศึกษา โดยนักเรียนได้ศึกษาสถานการณ์ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส การยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เกี่ยวกับเรื่องการมีกรดเกินในกระเพาะอาหารและการรับประทานยาลดกรด นักเรียนทบทวนความรู้เกี่ยวกับหลักการไทเทรต แล้วนำไปสู่วิธีการหาปริมาณของสารลดกรดในยาลดกรด จากนั้น ระบุภาระงานให้นักเรียนทำการทดลอง เพื่อทดสอบว่าในยาลดกรดประเภทคาร์บอเนต และไฮดรอกไซด์มีประสิทธิภาพในการลดกรดมากน้อยเพียงใดและเปรียบเทียบว่ายาลดกรดชนิดใดมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน เพื่อเป็นผลในการเลือกซื้อยาลดกรดได้อย่างมีประสิทธิภาพ พบว่า ผู้วิจัยได้นำเสนอคลิปวิดีโอ สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน มีการใช้คำถามนำ และตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความสนใจ กระตือรือร้น อยากทำการทดลอง และศึกษาสถานการณ์ นักเรียนได้นำความรู้เรื่องการไทเทรตกรด-เบสมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และเข้าใจเรื่องการไทเทรตกรด-เบสมากขึ้น สะท้อนได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูวงจรรที่ 2 และภาพกิจกรรม ดังภาพ



ภาพ 3 แสดงความสนใจของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้

2. ขั้นการออกแบบวิธีการตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ปรีกษา เพื่อวางแผนออกแบบวิธีการตรวจสอบ คาดคะเนคำตอบของการสำรวจตรวจสอบ และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือ ใบความรู้ เป็นต้น นอกจากนั้นนักเรียนได้ทำทดลองการไทเทรตกรด-เบสมาใช้ในการคำนวณ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการสนับสนุนข้อสรุปของกลุ่มตน โดยผู้วิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการไทเทรตกรด-เบส มีการให้คำแนะนำระหว่างการทำกิจกรรม พบว่า นักเรียนบางกลุ่มสามารถออกแบบการสำรวจตรวจสอบจากคำแนะนำเพียงเล็กน้อยได้ แต่นักเรียนบางกลุ่มต้องได้รับคำแนะนำค่อนข้างมากจึงจะสามารถออกแบบการสำรวจตรวจสอบได้ ซึ่งการสนทนาในชั้นเรียน

“ครูครับ ต้องทำอะไรหรือครับ ผมไม่มั่นใจ”

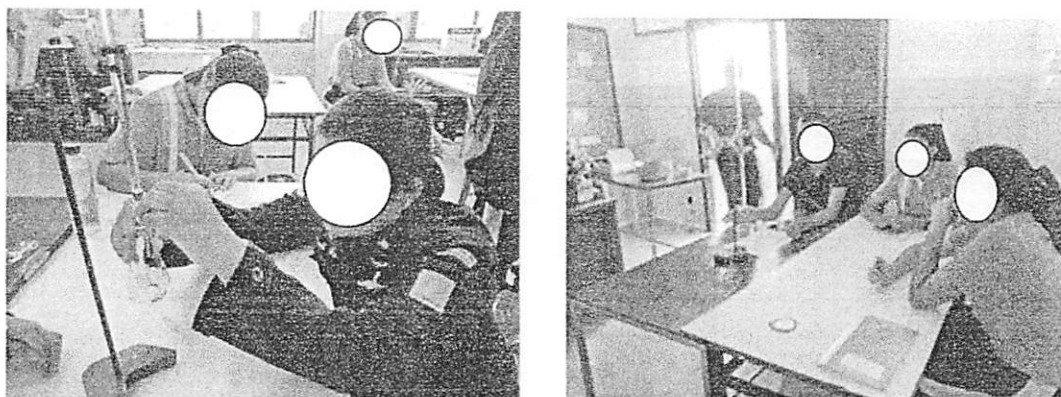
(นักเรียน S3, กลุ่มที่ 2, การสนทนาอย่างไม่เป็นทางการ, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

“เขียนแบบนี้ถูกไหมครับ หรือต้องเขียนอย่างไร”

(นักเรียน S2, กลุ่มที่ 2, การสนทนาอย่างไม่เป็นทางการ, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

3. ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นก่อนหน้า นำข้อมูลมาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว พบว่า นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมค่อนข้างมาก ส่วนใหญ่ทำงานร่วมกัน แบ่งหน้าที่กันได้ดี แต่นักเรียนบางกลุ่มไม่ได้แบ่งหน้าที่หรือการรับผิดชอบต่อการทำงานในกลุ่ม ซึ่งสะท้อนได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของคุณครู

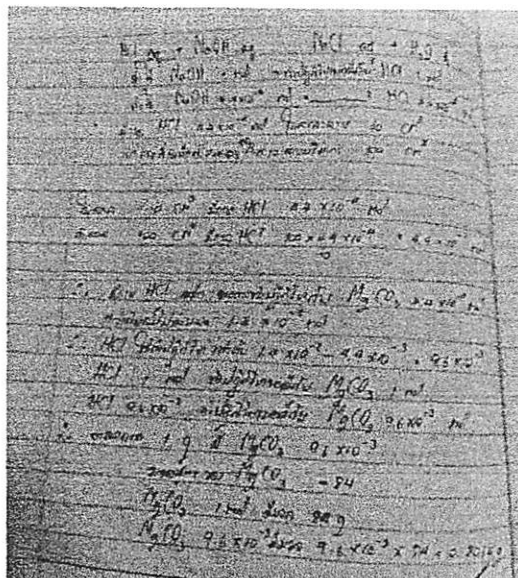
“กิจกรรมค่อนข้างใช้เวลามาก ควรแบ่งเวลาในการทำกิจกรรมในขั้นนี้ให้มากขึ้น”
 (ครูวิทยาศาสตร์, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูวงจรที่ 2, 24 กุมภาพันธ์ 2563)



ภาพ 4 แสดงการทำงานกลุ่มในวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

นอกจากนี้ ครูยังต้องเน้นให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการลงข้อสรุปโดยใช้หลักฐาน และเหตุผลที่ถูกต้อง น่าเชื่อถือ

4. ชั้นกิจกรรมการโต้แย้ง เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนทั้งห้องได้มีโอกาสในการโต้แย้ง โดยเริ่มจากนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มตน โดยการนำเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบ การคาดคะเนคำตอบ ข้อมูลหลักฐานต่าง ๆ ที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุป พร้อมใช้หลักฐานและเหตุผลที่ถูกต้อง สมเหตุสมผลพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่กล้าแสดงความคิดเห็นต่อวิธีการสำรวจตรวจสอบ ข้อสรุป และหลักฐานของกลุ่มเพื่อนมากขึ้น แต่ยังไม่มีความหลากหลายมากนัก นักเรียนเลือกใช้ข้อมูล หลักฐานที่ถูกต้อง น่าเชื่อถือ และเพียงพอในการสนับสนุนข้อสรุปมากกว่าในวงจรปฏิบัติที่ 2



ภาพ 5 แสดงหลักฐานประกอบการลงข้อสรุป เรื่อง การไทเทรตกรด-เบสของนักเรียน
กลุ่มที่ 3

5. ขั้นการอภิปรายผล นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหา วิธีการ
สำรวจตรวจสอบ ผลของการสำรวจตรวจสอบ และการลงข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม เพื่อนำไปใช้เป็น
แนวทางให้แต่ละกลุ่มนำไปใช้ในการปรับปรุงครั้งต่อไป พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่กล้าแสดงความคิด
เห็นมากขึ้น แต่บางครั้งผู้วิจัยต้องใช้คำถามกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็น หรือสุ่มเรียกรายบุคคล
ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายผล

“นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มกล้าที่จะแสดงความคิดเห็น บางครั้งต้องใช้คำถาม
คอยกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น โดยการสุ่มเรียกชื่อ”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูวงจรีที่ 2, 24 กุมภาพันธ์ 2563)

6. ขั้นการเขียนรายงานผลการตรวจสอบ นักเรียนเขียนรายงานผลการตรวจสอบ
เป็นรายบุคคล โดยนักเรียนจะต้องประเมินความคิดที่ได้จากกิจกรรมการโต้แย้ง และการอภิปราย
เนื้อหาและวิธีการสำรวจตรวจสอบร่วมกับครูและเพื่อนในห้องเรียน พบว่า นักเรียนเขียนรายงานผล
การตรวจสอบเป็นของตนเอง แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนเขียนตามข้อสรุปของกลุ่ม (ผู้วิจัย, แบบ
สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูวงจรีที่ 2, 24 กุมภาพันธ์ 2563)

7. ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน เป็นขั้นตอนที่เพื่อนนักเรียนประเมินตรวจสอบ
รายงานการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง
รายงานพร้อมให้เหตุผลประกอบ โดยนักเรียนจะต้องศึกษาวิธีการสำรวจตรวจสอบ การคาดคะเน

คำตอบ การระบุข้อมูลหลักฐาน และการลงข้อสรุปของเพื่อน จากนั้นประเมินความเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง พร้อมให้เหตุผลประกอบ พบว่า นักเรียนบางส่วนเขียนข้อเสนอแนะในการปรับปรุงรายงานของเพื่อน (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูวงจรถี 2 ,24 กุมภาพันธ์ 2563)

8. ขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน นักเรียนปรับปรุงรายงานตามคำแนะนำจากเพื่อน ซึ่งนักเรียนจะต้องให้เหตุผลว่า เหตุใดจึงเลือกแก้ไขหรือไม่แก้ไขรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน พบว่า นักเรียนเขียนปรับปรุงรายงานตามข้อเสนอแนะ บางส่วนให้เหตุผลว่าเหตุใดจึงแก้ไขรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูวงจรถี 2, 24 กุมภาพันธ์ 2563)

3. ขั้นสะท้อน (Reflect)

ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ร่วมกับครูประจำการผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมในการนำไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปหลังจบการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า ชั้นระบุนภาระงานและการถามคำถามนำนักเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจ กระตือรือร้นต่อการเรียนรู้ มีความสนใจในการปฏิบัติการทดลองได้ดี นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุปัญหาของสถานการณ์และปฏิบัติการทดลองการไทเทรตกรด-เบส ในขั้นการออกแบบวิธีการตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล นักเรียนส่วนใหญ่สามารถออกแบบวิธีการได้ แต่มีนักเรียนบางส่วนไม่ได้แบ่งหน้าที่ และยังคงคอยให้คำแนะนำในการออกแบบวิธีการตรวจสอบ ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว นักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ความรู้เรื่องการไทเทรตกรด-เบส คำนวณหาข้อมูลหลักฐาน มาใช้ในการลงข้อสรุป นักเรียนบางส่วนขาดความสนใจในการวิเคราะห์ข้อมูล และปัญหาของสถานการณ์ ใช้ความรู้เรื่องการคำนวณ ซึ่งนักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมค่อนข้างมาก ครูอาจจะต้องให้นักเรียนแบ่งหน้าที่และให้ทุกคนมีส่วนร่วมในกลุ่มของตนเองให้มากขึ้น ในกิจกรรมการโต้แย้งและอภิปรายผลนั้น นักเรียนส่วนใหญ่กล้าแสดงความคิดเห็นต่อวิธีการสำรวจตรวจสอบ ข้อสรุป และหลักฐานของกลุ่มเพื่อนมากขึ้น แต่ยังไม่มีความหลากหลายมากนัก ครูต้องคอยกระตุ้นเป็นระยะ ๆ ขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ตรวจสอบโดยเพื่อนและ การปรับปรุงและส่งรายงาน นักเรียนเขียนรายงานผลการตรวจสอบเป็นของตนเอง แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนเขียนตามข้อสรุปของกลุ่มควรเน้นย้ำให้นักเรียนเขียนรายงานจากความคิด ความเข้าใจของตนเอง ให้เหตุผลถึงการยอมรับหรือไม่ยอมรับการปรับปรุงรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน

นอกจากนั้น หลังจบการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนได้สะท้อนการจัดกิจกรรมในรูปแบบบันทึกประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ

สถานการณ์เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน แต่เนื้อหาในการคำนวณเกี่ยวกับการไทเทรตกรด-เบสค่อนข้างยากและใช้เวลาในการทำกิจกรรมในชั้นออกแบบและเก็บรวบรวมข้อมูล และขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ได้พูดการพูดนำเสนอผลงาน หลังจากการปฏิบัติตามในวงจรปฏิบัติการที่ 2 แล้ว ผู้วิจัยได้นำผลการสะท้อนจากการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ไปใช้ในการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ต่อไป

วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ตามรูปแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้มีการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส โดยปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนทำการสืบค้น ศึกษาข้อมูลแทนการทดลองเนื่องในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนใช้เวลาในการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวค่อนข้างมาก และทางโรงเรียนเลื่อนการสอบให้เร็วขึ้น จากสถานการณ์โรคระบาด (covid-19)

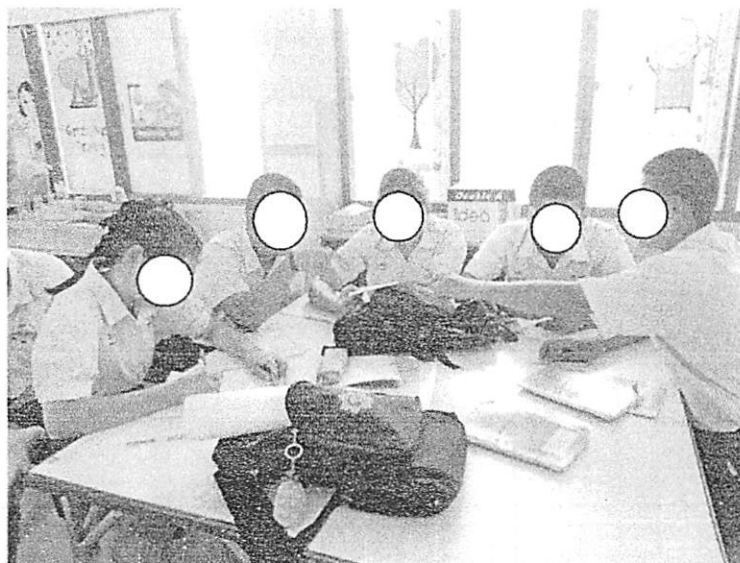
2. ขั้นปฏิบัติ (Action)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ตามขั้นตอนของรูปแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง การดำเนินการในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นระบุภาระงานและการถามคำถามนำ เป็นขั้นตอนการระบุภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนศึกษา โดยนักเรียนได้ศึกษาสถานการณ์ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส เป็นการยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับการรักษาสมดุลความเป็นกรด-เบสในร่างกายและเรื่อง ความเป็นกรด-เบสในอาหาร จากนั้นระบุภาระงานให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม หากต้องเลือกอาหารสำหรับผู้ป่วยเพศชาย อายุ 60 ปี ป่วยเป็นโรคกระเพาะ นักเรียนมีวิธีตรวจสอบและการเลือกอาหารที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยนี้อย่างไร ครูใช้คำถามคอยกระตุ้น ดังนี้

“ปัจจัยใดบ้างที่นักเรียนคำนึงถึงในการเลือกอาหาร”

พบว่า นักเรียนบางส่วนใหญ่มีความสนใจ กระตือรือร้น ศึกษาสถานการณ์ นักเรียนได้นำ ความรู้เรื่อง กรด-เบส มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เนื่องจากสถานการณ์ตัวอย่างเป็นเรื่องใกล้ ตัว เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน ซึ่งเห็นได้จากการเขียนแบบบันทึกประสบการณ์เรียนของนักเรียน เกี่ยวกับสถานการณ์



ภาพ 6 แสดงความสนใจและกระตือรือร้นและความสนใจต่อการเรียนรู้

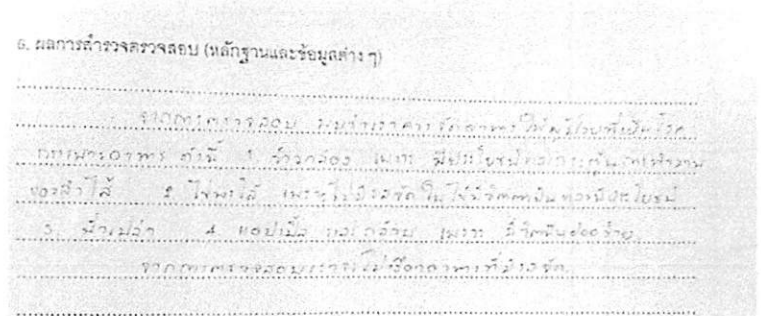
2. ขั้นการออกแบบวิธีการตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล นักเรียนทำงานเป็น กลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ปรีกษา เพื่อวางแผนออกแบบวิธีการ ตรวจสอบ คาดคะเนคำตอบของการสำรวจตรวจสอบ และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสืบค้น ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือ ใบความรู้ เป็นต้น พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ สามารถออกแบบการสำรวจตรวจสอบได้ เนื่องจากสถานการณ์ตัวอย่างค่อนข้างง่าย ไม่ค่อย ซับซ้อน แต่ยังมีนักเรียนส่วนน้อยที่ต้องได้รับคำแนะนำจึงจะสามารถออกแบบการสำรวจตรวจสอบ ได้ สะท้อนได้จากใบกิจกรรมและแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของคุณ

“นักเรียนแบ่งหน้าที่กันได้ดี ช่วยการสืบค้นข้อมูลจากหลายๆ แหล่ง”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของคุณวจรที่ 3, 3 มีนาคม 2563)

3. ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน วิเคราะห์ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นก่อนหน้า นำข้อมูลมาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว พบว่านักเรียนช่วยเหลือกัน แบ่งหน้าที่กันได้ดี มีส่วนร่วมในการทำงานมากขึ้น และ สถานการณ์มีความง่าย ไม่ซับซ้อน นักเรียนสามารถร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งได้

นักเรียนได้ใช้หลักฐานมากกว่า 1 หลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อสรุปของตนเอง สะท้อนจากใบกิจกรรม
ของนักเรียน



ภาพ 7 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียนกลุ่มที่ 1

4. ชั้นกิจกรรมการโต้แย้ง เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนทั้งห้องได้มีโอกาสในการโต้แย้ง โดยเริ่มจากนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มตน โดยการนำเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบ การคาดคะเนคำตอบ ข้อมูลหลักฐานต่าง ๆ ที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุป พร้อมใช้หลักฐานและเหตุผลที่ถูกต้อง สมเหตุสมผล เพื่อนักเรียนกลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นต่อข้อโต้แย้งของเพื่อนพร้อมให้เหตุผลประกอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่กล้าแสดงความคิดเห็นวิธีการสำรวจตรวจสอบ ข้อสรุป และหลักฐานของกลุ่มเพื่อนมากขึ้น แต่บางครั้งผู้วิจัยต้องใช้คำถามกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็น และนักเรียนสามารถตอบคำถามได้มากขึ้น

“นักเรียนส่วนใหญ่ตั้งใจทำงาน ตั้งใจนำเสนอผลงานได้ดี”

(ครูวิทยาศาสตร์, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครูวงจรีที่ 3, 3 มีนาคม 2563)



ภาพ 8 แสดงการนำเสนอข้อมูลในกิจกรรมการโต้แย้ง

5. ขั้นการอภิปรายผล นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหา วิธีการสำรวจตรวจสอบ ผลของการสำรวจตรวจสอบ และการลงข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางให้แต่ละกลุ่มนำไปใช้ในการปรับปรุงครั้งต่อไป พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่กล้าแสดงความคิดเห็น มีส่วนร่วมในการอภิปรายผลมากขึ้น แต่บางครั้งผู้วิจัยต้องใช้คำถามกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็น และนักเรียนสามารถตอบคำถามได้มากขึ้น

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูวงจรถิ่น 3, 3 มีนาคม 2563)

6. ขั้นการเขียนรายงานผลการตรวจสอบ นักเรียนเขียนรายงานผลการตรวจสอบเป็นรายบุคคล โดยนักเรียนจะต้องประเมินความคิดที่ได้จากกิจกรรมการโต้แย้ง และการอภิปรายเนื้อหาและวิธีการสำรวจตรวจสอบร่วมกับครูและเพื่อนในห้องเรียน พบว่า นักเรียนเขียนรายงานผลการตรวจสอบเป็นของตนเอง นักเรียนส่วนใหญ่เขียนตามข้อสรุปของตนเอง มีนักเรียนส่วนน้อยที่เขียนตามข้อสรุปของกลุ่ม ตามผลการสะท้อนของผู้วิจัย

7. ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน เป็นขั้นตอนที่เพื่อนนักเรียนประเมินตรวจสอบรายงานการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงรายงานพร้อมให้เหตุผลประกอบ โดยนักเรียนจะต้องศึกษาวิธีการสำรวจตรวจสอบ การคาดคะเนคำตอบ การระบุข้อมูลหลักฐาน และการลงข้อสรุปของเพื่อน จากนั้นประเมินความเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง พร้อมให้เหตุผลประกอบ พบว่า นักเรียนบางส่วนเขียนข้อเสนอแนะในการปรับปรุงรายงานของเพื่อน ตามผลการสะท้อนจากใบกิจกรรมและการสะท้อนของผู้วิจัย

8. ขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน นักเรียนปรับปรุงรายงานตามคำแนะนำจากเพื่อน ซึ่งนักเรียนจะต้องให้เหตุผลว่า เหตุใดจึงเลือกแก้ไขหรือไม่แก้ไขรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน พบว่า นักเรียนเขียนปรับปรุงรายงานตามข้อเสนอแนะ บางส่วนให้เหตุผลว่าเหตุใดจึงแก้ไขรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน ตามผลการสะท้อนของผู้วิจัย

3. ขั้นสะท้อน (Reflect)

ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ร่วมกับครูประจำการผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมในการนำไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปหลังจบการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า ชั้นระบุนภาระงานและการถามคำถามนำนักเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจ กระตือรือร้นต่อการเรียนรู้ เนื่องจากสถานการณ์ไม่ได้มีความยากหรือซับซ้อนมากนัก อีกทั้งเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ในขั้นการออกแบบวิธีการตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว นักเรียนออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล หลักฐาน และการให้เหตุผลประกอบการลงข้อสรุป ในกิจกรรมการโต้แย้งและอภิปรายผลนั้น นักเรียนส่วนใหญ่กล้าแสดงความคิดเห็น

คิดเห็นต่อวิธีการสำรวจตรวจสอบ ข้อสรุป และหลักฐานของกลุ่มเพื่อน ชั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ตรวจสอบโดยเพื่อนและ การปรับปรุงและส่งรายงานนักเรียนเขียนรายงานผลการตรวจสอบเป็นของตนเอง มีบางส่วนที่ใช้การเขียนตามรายการรายงานของกลุ่ม และนักเรียนส่วนใหญ่ ให้เหตุผลถึงการยอมรับหรือไม่ยอมรับการปรับปรุงรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน

นอกจากนั้น หลังจบการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนได้สะท้อนการจัดการกิจกรรมในแบบบันทึกประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนเห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ น่าสนใจ เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน แต่สถานการณ์บางอย่างค่อนข้างซับซ้อน กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน กิจกรรมการโต้แย้ง ทำให้นักเรียนได้กล้าแสดงออก กล้าออกความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ

จากข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังจบวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจร สามารถนำมาสรุปได้ว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สามารถพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ซึ่งเก็บรวบรวมจาก บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกประสบการณ์เรียนรู้ของนักเรียนและแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูนั้น มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกันคือ ควรจัดสถานการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ควรจัดให้นักเรียนทำการทดลอง สืบค้นข้อมูล ควรให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และอภิปรายร่วมกัน ควรใช้คำถามคอยกระตุ้นความสนใจ ตรวจสอบความรู้เดิม และความเข้าใจของนักเรียน หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ทั้ง 8 ขั้นตอน จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งนั้น ได้ประสบการณ์จากการสืบค้นข้อมูล การทดลอง และกิจกรรมการโต้แย้ง ทำให้เกิดทักษะความสามารถ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จากคำถามวิจัยข้อที่ 2 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและ

ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้หรือไม่ อย่างไร

ในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ขณะมีการจัดการเรียนรู้และเปรียบเทียบก่อนการจัดการเรียนรู้กับหลังการจัดการเรียนรู้ ว่ามีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์หรือไม่ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ ระหว่างการจัดการเรียนรู้เป็นวงจรปฏิบัติการ จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ชิ้นงานการโต้แย้งชั่วคราวและแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ และรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ดังตาราง

ตาราง 6 แสดงผลการเปรียบเทียบโดยภาพรวมของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

รายการ	ร้อยละของตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์					ร้อยละของตัวบ่งชี้ความสามารถในการให้ เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์			
	1) แปลงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหนึ่งสู่รูปแบบการนำเสนออื่น ๆ	2) วิเคราะห์และตีความข้อมูลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล	3) ระบุนิยามพื้นฐาน หลักฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล	4) แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และการพิจารณาอื่น ๆ	5) ประเมินข้อโต้แย้งและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งที่มาแตกต่างกัน	ระดับ PISA	1) ระบุนิยามและสร้างรูปแบบการอธิบายและการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	2) นำเสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	ระดับ TIMSS
วงจรที่ 1	72.48	70.21	67.32	33.27	37.84	3	70.87	68.71	2
วงจรที่ 2	83.17	81.76	76.42	72.17	79.25	3	84.67	74.25	3
วงจรที่ 3	92.26	97.61	91.65	94.28	95.32	4	97.42	89.63	3

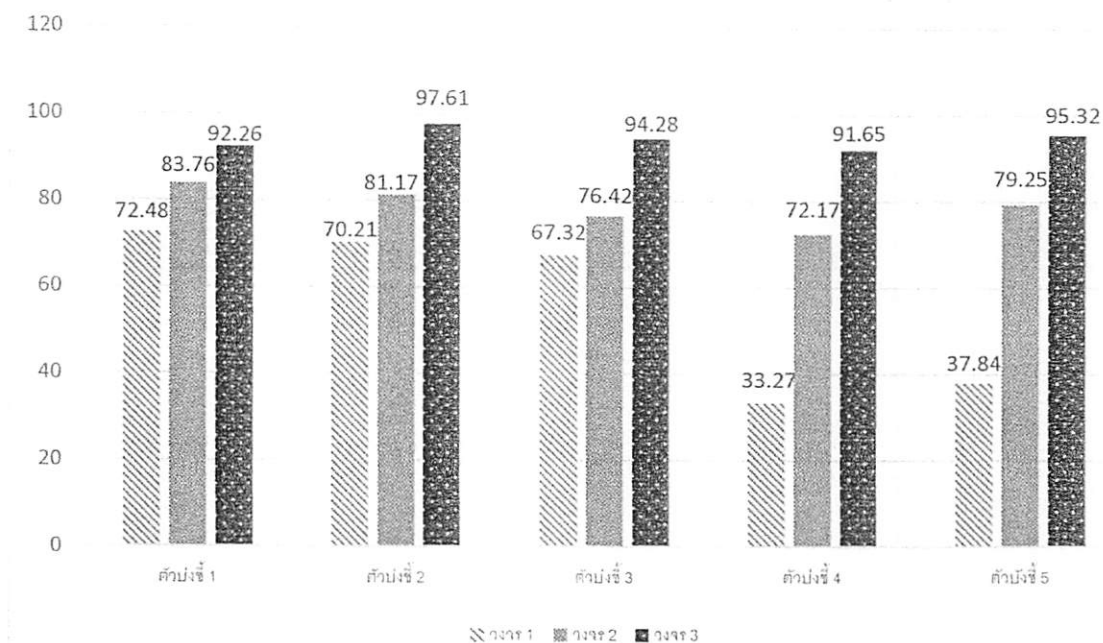
จากตาราง 6 พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับ PISA ที่สูงขึ้นตั้งแต่วงจรที่ 1 จนถึงวงจรที่ 3 คือ ระดับที่ 3,3 และ 4 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบโดยแยกตามตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 5 ตัวบ่งชี้ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการ ด้านการแปลงข้อมูลหนึ่งสู่รูปแบบการนำเสนออื่น ๆ ในวงจรที่ 1 ต่ำกว่าวงจรที่ 2 และวงจรที่ 3 ด้าน การวิเคราะห์ข้อมูลและตีความข้อมูลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลในวงจรที่ 1 ต่ำกว่า วงจรที่ 2 และวงจรที่ 3 ด้านระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลในวงจรที่ 1 ต่ำ กว่าวงจรที่ 2 และวงจรที่ 3 ด้านแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และการพิจารณาอื่น ๆ ในวงจรที่ 1 ต่ำกว่าวงจรที่ 2 และ วงจรที่ 3 และด้านด้านประเมินข้อโต้แย้งและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งที่มาแตกต่างกัน ในวงจรที่ 1 ต่ำกว่าวงจรที่ 2 และวงจรที่ 3

และยังพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ใน ระดับของ TIMSS ที่สูงขึ้น ตั้งแต่วงจรที่ 1 จนถึงวงจรที่ 3 คือระดับ 2,3 และ 3 ตามลำดับ เมื่อ พิจารณาผลการเปรียบเทียบโดยแยกตามตัวบ่งชี้ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ 2 ตัวบ่งชี้ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านระบุ ใช้และสร้าง รูปแบบการอธิบายและการนำเสนอ ข้อมูลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ในวงจรที่ 1 ต่ำกว่าวงจรที่ 2 และวงจรที่ 3 และด้านนำเสนอสมมติฐาน เพื่ออธิบายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในวงจรที่ 1 ต่ำกว่าวงจรที่ 2 และวงจรที่ 3

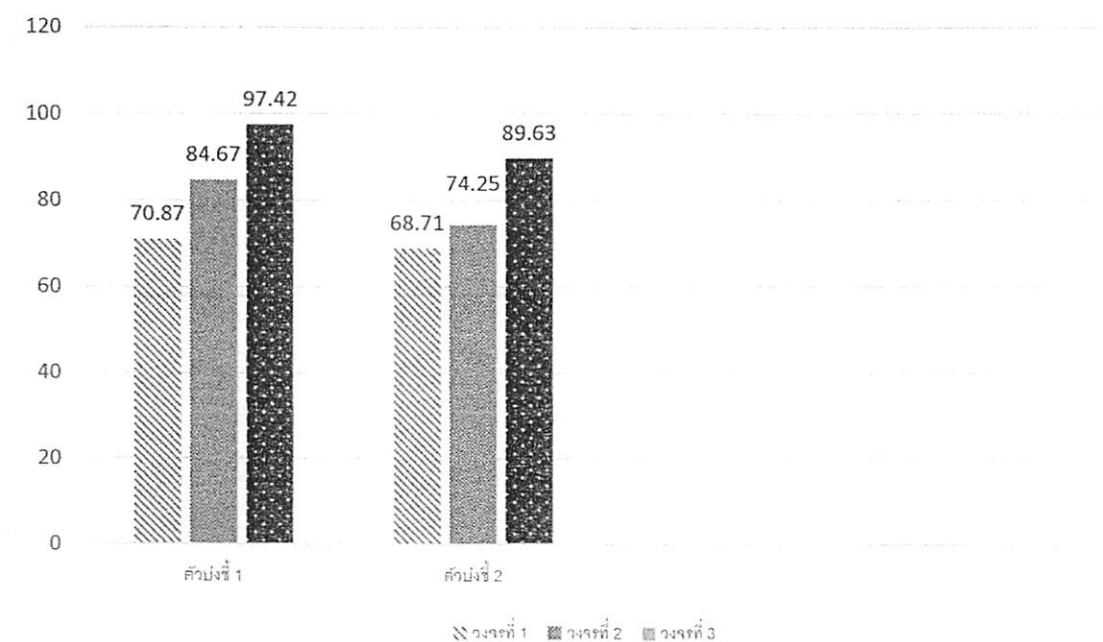
ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและ ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ระหว่างการ จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของแต่ละวงจร

ผลวิจัยนี้ได้จากการรายงานผลการตรวจสอบที่เป็นการทำรายบุคคลและการสร้างข้อ โต้แย้งชั่วคราวที่เป็นงานกลุ่ม โดยผู้วิจัยขอแสดงผลวิจัย การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมาย ข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรต กรด-เบส ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของแต่ละ วงจรโดยภาพรวม ดังภาพ

เมื่อแยกพิจารณาตามตัวบ่งชี้ต่าง ๆ ของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดังภาพ

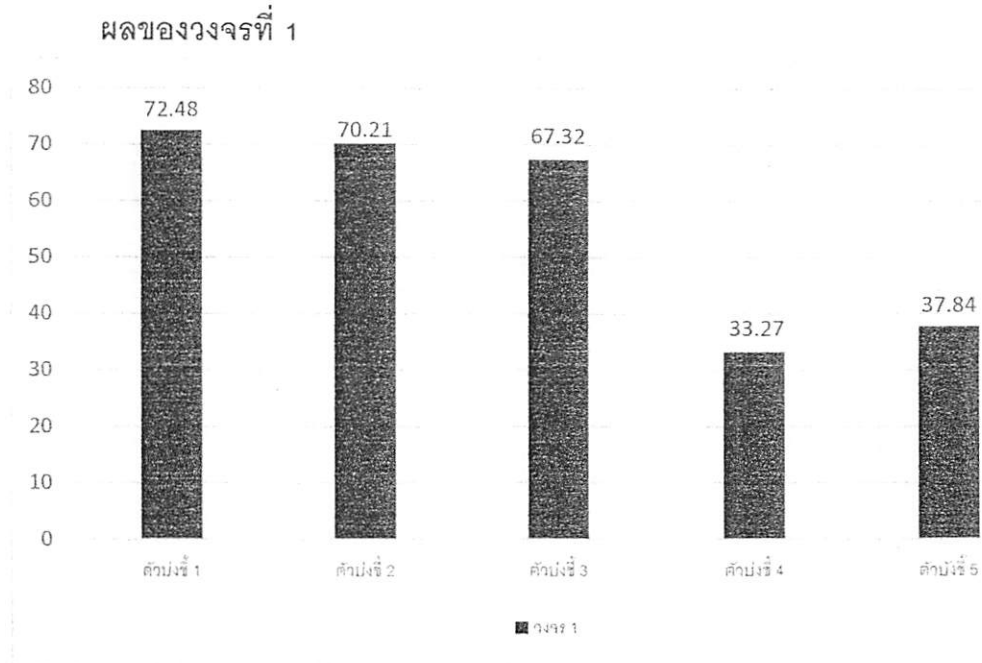


ภาพ 9 แสดงร้อยละของตัวบ่งชี้ในสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์



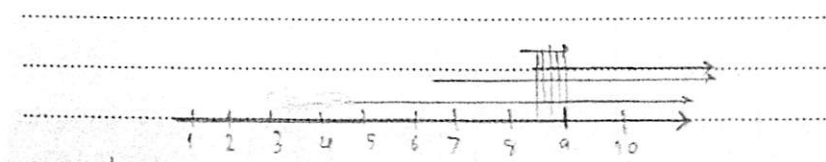
ภาพ 10 แสดงร้อยละของตัวบ่งชี้ในความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์

เมื่อตรวจสอบผลวิจัยตามตัวบ่งชี้ต่าง ๆ ของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ
ประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวงจรปฏิบัติการ พบว่า



ภาพ 11 แสดงร้อยละของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิง
วิทยาศาสตร์ของวงจรที่ 1

จากภาพ 11 กราฟแสดงผลการวิจัยตามตัวบ่งชี้ต่าง ๆ ของสมรรถนะการแปลความหมาย
ข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของวงจรที่ 1 พบว่า นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลจาก
รูปแบบข้อมูลหนึ่งสู่รูปแบบการนำเสนออื่น ๆ ได้ เช่นตาราง กราฟ รูปภาพ เป็นต้น หรือในตัวบ่งชี้ที่
1 โดยมีจำนวนทั้งสิ้น 17 คน หรือ 3 กลุ่ม สามารถแปลงข้อมูลได้ถูกต้อง โดยมีสมรรถนะการแปล
ความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในด้านนี้มากที่สุด ซึ่งมีร้อยละคะแนน
เท่ากับ 72.84



ภาพ 12 แสดงชิ้นงานส่วนของหลักฐานในข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่ม 1

ตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของ วงจรที่ 1 ที่พัฒนาเป็นลำดับที่ 2 คือ นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลและตีความข้อมูลนำไปสู่การ สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล หรือตัวบ่งชี้ที่ 2 โดยนักเรียนจำนวน 12 คน จากรายงานผลการ ตรวจสอบที่เป็นงานเดี่ยว หรือชิ้นงานจากชิ้นงานกลุ่มสามารถวิเคราะห์ที่ได้ถูกต้อง และนักเรียน จำนวน 6 คน จากรายงานผลการตรวจสอบที่เป็นงานเดี่ยว หรือชิ้นงานจากชิ้นงานกลุ่ม สามารถ สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลได้อย่างถูกต้อง โดยมีร้อยละคะแนนด้านการวิเคราะห์ข้อมูลและตีความ ข้อมูลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล เท่ากับ 70.21

“จากช่วงกราฟที่วาด ดูการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดที่ใช้ในการทดสอบ ช่วงที่ การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ที่ซ้อนทับกัน บนเส้นกราฟมากที่สุด จะเป็นช่วงของค่า pH ของสารที่ ต้องการทราบ” (นักเรียน S6, รายงานผลการตรวจสอบ)

ตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของ วงจรที่ 1 ที่พัฒนาเป็นลำดับที่ 3 คือ นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล หรือตัวบ่งชี้ที่ 3 โดยนักเรียนจำนวน 10 คน จากรายงานผลการตรวจสอบที่เป็นงาน เดี่ยว หรือชิ้นงานจากชิ้นงานกลุ่มสามารถระบุข้อสันนิษฐานได้ถูกต้อง และนักเรียนจำนวน 4 คน สามารถแสดงหลักฐานได้อย่างถูกต้อง โดยมีร้อยละคะแนนด้านการระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผล เท่ากับ 67.32

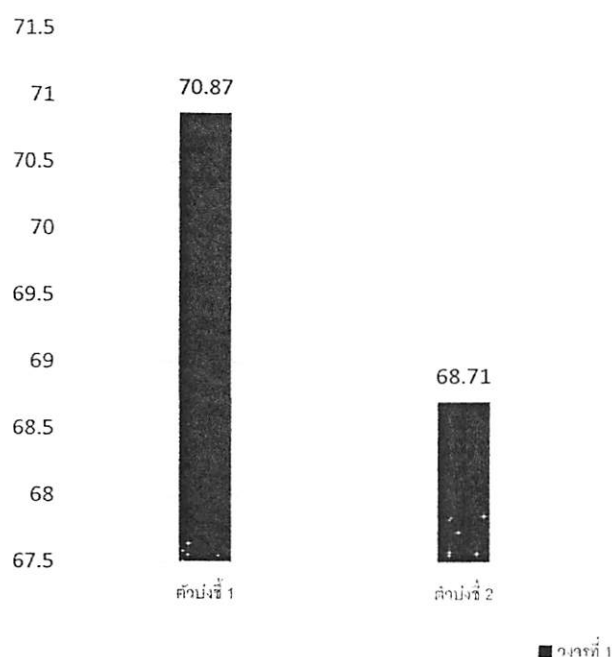
“ถ้าหากใช้อินดิเคเตอร์หลายชนิดในการทดสอบสารตัวอย่างจะทำให้ค่า pH ที่ต้องการ ทราบมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น” (ข้อสันนิษฐานของนักเรียน S3, รายงานผลการตรวจสอบ)

ตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของ วงจรที่ 1 ที่พัฒนาเป็นลำดับที่ 4 คือ นักเรียนสามารถประเมินข้อโต้แย้งและหลักฐานทาง วิทยาศาสตร์จากแหล่งที่มาแตกต่างกัน หรือตัวบ่งชี้ที่ 5 ได้ถูกต้องบางส่วน โดยมีร้อยละคะแนน ด้านการระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผล เท่ากับ 37.84

“ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่เลือก คือ สารชนิดเดียวกันแต่ใช้อินดิเคเตอร์ในการทดสอบ ต่างกัน ทำไมสีที่ได้จากการทดสอบจึงแตกต่างกัน เหตุผลที่เลือก เพราะ ได้จากการทดลอง” (นักเรียนกลุ่ม 2, ใบกิจกรรม)

ตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของ วงจรที่ 1 ที่พัฒนาเป็นลำดับสุดท้าย คือ นักเรียนสามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บน พื้นฐานของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และการพิจารณาอื่น ๆ หรือตัวบ่งชี้ที่ 4 โดยนักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม สามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎี

ทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และการพิจารณาอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้องบางส่วน โดยมีร้อยละคะแนนด้านแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และการพิจารณาอื่น ๆ เท่ากับ 33.27

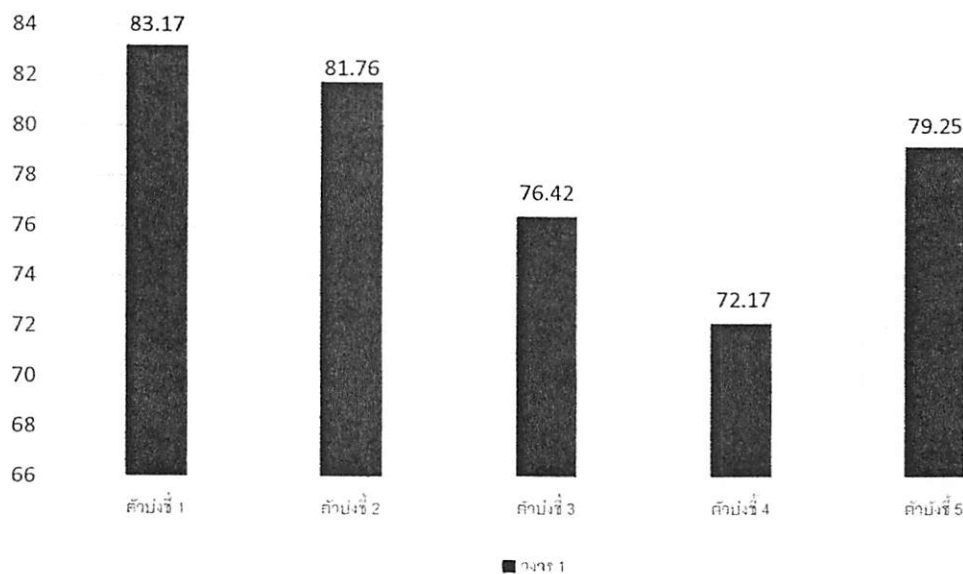


ภาพ 13 แสดงร้อยละของความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ของวงจรถี 1

จากภาพ 13 กราฟแสดงผลการวิจัยตามตัวบ่งชี้ต่าง ๆ ของความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ของวงจรถี 1 พบว่า นักเรียนสามารถระบุ ใช้และสร้าง รูปแบบการอธิบายและการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือในตัวบ่งชี้ที่ 1 โดยมีจำนวนทั้งสิ้น 15 คน หรือ 3 กลุ่ม สามารถแปลงข้อมูลได้ถูกต้อง โดยมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในด้านนี้มากที่สุด ซึ่งมีร้อยละคะแนนเท่ากับ 70.87

ตัวบ่งชี้ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ของวงจรถี 1 ที่พัฒนาเป็นลำดับที่ 2 คือ นักเรียนสามารถนำเสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือตัวบ่งชี้ที่ 2 โดยนักเรียนจำนวน 10 คน จากรายงานผลการตรวจสอบที่เป็นงานเดี่ยว หรือชิ้นงานจากชิ้นงานกลุ่มสามารถระบุข้อสันนิษฐานได้ถูกต้อง และนักเรียนจำนวน 4 คน สามารถแสดงหลักฐานได้อย่างถูกต้อง โดยมีร้อยละคะแนนด้านการระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลเท่ากับ 68.71

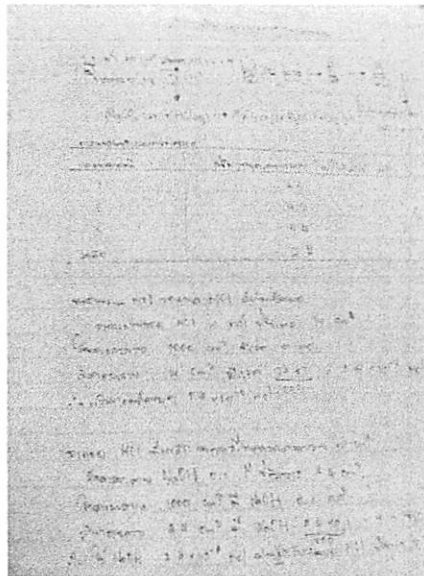
ผลของวงจรถี 2



ภาพ 14 แสดงร้อยละของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของวงจรถี 2

จากภาพ 14 กราฟแสดงผลการวิจัยตามตัวบ่งชี้ต่าง ๆ ของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของวงจรถี 2 พบว่า นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลจากรูปแบบข้อมูลหนึ่งสู่รูปแบบการนำเสนออื่น ๆ ได้ เช่น ตาราง กราฟ รูปภาพ เป็นต้น หรือในตัวบ่งชี้ที่ 1 โดยมีจำนวนทั้งสิ้น 16 คน หรือ 3 กลุ่ม สามารถแปลงข้อมูลได้ถูกต้อง โดยมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในด้านนี้มากที่สุด ซึ่งมีร้อยละคะแนนเท่ากับ 83.17

ตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของวงจรถี 2 ที่พัฒนาเป็นลำดับที่ 2 คือ นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลและตีความข้อมูลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล หรือตัวบ่งชี้ที่ 2 โดยนักเรียนจำนวน 10 คน จากรายงานผลการตรวจสอบที่เป็นงานเดี่ยว หรือชิ้นงานจากชิ้นงานกลุ่มสามารถวิเคราะห์ได้ถูกต้อง และนักเรียนจำนวน 5 คน จากรายงานผลการตรวจสอบที่เป็นงานเดี่ยว หรือชิ้นงานจากชิ้นงานกลุ่ม สามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลได้อย่างถูกต้อง โดยมีร้อยละคะแนนด้านการวิเคราะห์ข้อมูลและตีความข้อมูลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล เท่ากับ 81.76



ภาพ 15 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียนกลุ่ม 1

ตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของ วงจรที่ 1 ที่พัฒนาเป็นลำดับที่ 3 คือ นักเรียนสามารถประเมินข้อโต้แย้งและหลักฐานทาง วิทยาศาสตร์จากแหล่งที่มาแตกต่างกัน หรือตัวบ่งชี้ที่ 5 ได้ถูกต้อง โดยมีร้อยละคะแนนด้าน ประเมินข้อโต้แย้งและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งที่มาแตกต่างกัน เท่ากับ 79.25

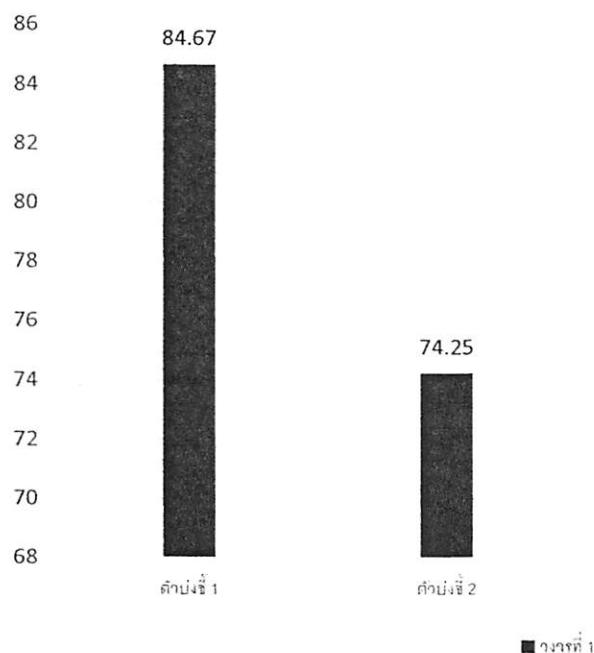
“ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่เลือก คือ หลักฐานที่หามาได้ยังไม่ครอบคลุมทั้งหมด เหตุผลที่เลือก เพราะหลักฐานยังไม่ครอบคลุมจึงไม่สามารถอธิบายข้อมูลได้” (นักเรียนกลุ่ม 3, ใบ กิจกรรม)

ตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของ วงจรที่ 3 ที่พัฒนาเป็นลำดับที่ 4 คือ นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล หรือตัวบ่งชี้ที่ 3 ได้ถูกต้องบางส่วน โดยมีร้อยละคะแนนด้านการระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผล เท่ากับ 76.42

“เลือกใช้ยาลดกรดชนิดไฮดรอกไซด์ เพราะหาซื้อตามท้องตลาดได้ง่าย” (ข้อสันนิษฐาน ของนักเรียน S2, รายงานผลการตรวจสอบ)

ตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของ วงจรที่ 1 ที่พัฒนาเป็นลำดับสุดท้าย คือ นักเรียนสามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บน พื้นฐานของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และการพิจารณาอื่น ๆ หรือตัวบ่งชี้ที่ 4 โดยนักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม สามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎี

ทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และการพิจารณาอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้องบางส่วน โดยมีร้อยละคะแนนด้านการระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผล เท่ากับ 72.17

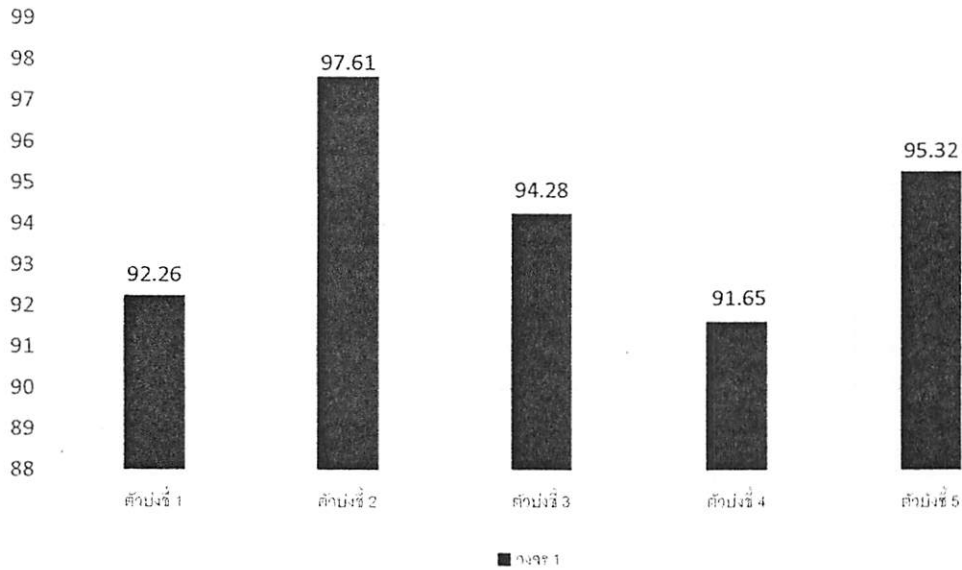


ภาพ 16 แสดงร้อยละของความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ของวงจรถี 2

จากภาพ 16 กราฟแสดงผลการวิจัยตามตัวบ่งชี้ต่าง ๆ ของความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ของวงจรถี 2 พบว่า นักเรียนสามารถระบุ ใช้และสร้าง รูปแบบการอธิบายและการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือในตัวบ่งชี้ที่ 1 โดยมีจำนวนทั้งสิ้น 16 คน หรือ 3 กลุ่ม สามารถแปลงข้อมูลได้ถูกต้อง โดยมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในด้านนี้มากที่สุด ซึ่งมีร้อยละคะแนนเท่ากับ 84.67

ตัวบ่งชี้ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ของวงจรถี 2 ที่พัฒนาเป็นลำดับที่ 2 คือ นักเรียนสามารถนำเสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือตัวบ่งชี้ที่ 2 โดยนักเรียนจำนวน 12 คน จากรายงานผลการตรวจสอบที่เป็นงานเดี่ยว หรือชิ้นงานจากชิ้นงานกลุ่มสามารถระบุข้อสันนิษฐานได้ถูกต้อง และนักเรียนจำนวน 5 คน สามารถแสดงหลักฐานได้อย่างถูกต้อง โดยมีร้อยละคะแนนด้านการระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผล เท่ากับ 74.25

ผลของวงจรถี 3



ภาพ 17 แสดงร้อยละของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของวงจรถี 3

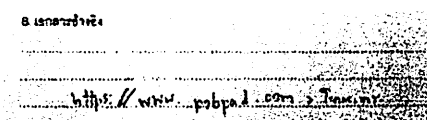
จากภาพ 17 กราฟแสดงผลการวิจัยตามตัวบ่งชี้ต่าง ๆ ของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของวงจรถี 3 พบว่า นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลและตีความข้อมูลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล หรือตัวบ่งชี้ที่ 2 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลข้อมูลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลได้อย่างถูกต้อง โดยมีจำนวนทั้งสิ้น 18 คน หรือ 3 กลุ่ม โดยมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในด้านนี้มากที่สุด ซึ่งมีร้อยละคะแนนเท่ากับ 97.61

๓. ผลการสำรวจตรวจสอบ (หลักฐานและข้อมูลต่าง ๆ)

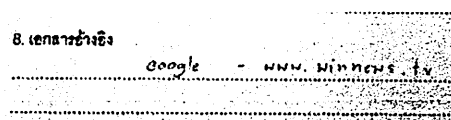
ผลการตรวจสอบ สมรรถนะการวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียน
 สามารถอธิบาย ตัวบ่งชี้ 1 จำนวน ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์ นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล
 จากตัวบ่งชี้ ๑ ได้เป็นอย่างดี เพราะนักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูล
 ๑ จำนวน ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์ นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างถูกต้อง
 จากผลการตรวจสอบนักเรียนมี ๑๐๐๐ เปอร์เซ็นต์

ภาพ 18 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียนกลุ่มที่ 1

ตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของ วงจรที่ 3 ที่พัฒนาเป็นลำดับที่ 2 คือ นักเรียนสามารถประเมินข้อโต้แย้งและหลักฐานทาง วิทยาศาสตร์จากแหล่งที่มาแตกต่างกัน หรือตัวบ่งชี้ที่ 5 ได้อย่างถูกต้อง โดยมีร้อยละคะแนนด้าน ประเมินข้อโต้แย้งและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งที่มาแตกต่างกัน เท่ากับ 95.32



(ก)



(ข)

ภาพ 19 แสดงการอ้างอิงสืบค้นข้อมูลของนักเรียนกลุ่ม 1 (ก) และกลุ่ม 3 (ข)

ตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของ วงจรที่ 3 ที่พัฒนาเป็นลำดับที่ 3 คือ นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล หรือตัวบ่งชี้ที่ 3 ได้ถูกต้อง โดยมีนักเรียนจำนวน 16 คน จากรายงานผลการตรวจสอบ เป็นงานเดี่ยว หรือทุกกลุ่มจากชิ้นงาน สามารถระบุข้อสันนิษฐานได้อย่างถูกต้อง และนักเรียน จำนวน 15 คน จากรายงานผลการตรวจสอบเป็นงานเดี่ยว หรือทุกคนกลุ่มจากชิ้นงาน สามารถ แสดงหลักฐานได้อย่างถูกต้อง โดยมีร้อยละคะแนนด้านการระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐาน ประจักษ์ พยานและเหตุผล เท่ากับ 94.28

“การเลือกอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคกระเพาะอาหาร ควรเลือกอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ จะส่งผลดีต่อผู้ป่วยโรคกระเพาะ” (ข้อสันนิษฐานของนักเรียน S11, รายงานผลการตรวจสอบ)

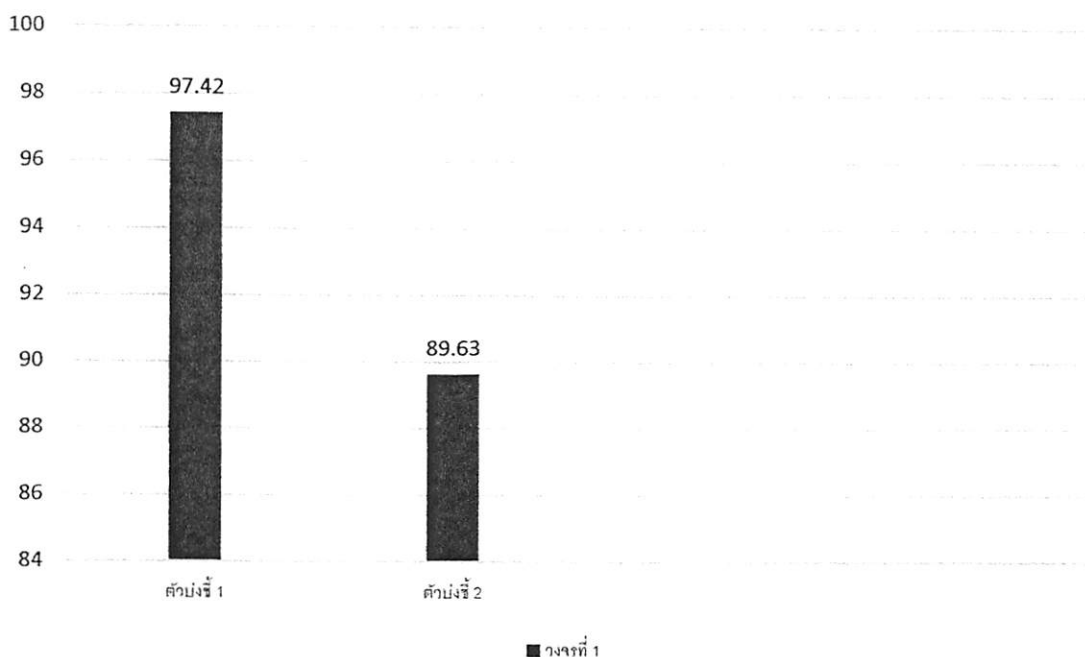
“จากการสืบค้นข้อมูล รายงานการทดสอบความเป็นกรดเบสของอาหาร มาประกอบการ เลือกอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคกระเพาะอาหาร” (เหตุผลของกลุ่ม 3, ชิ้นงานการสร้างข้อโต้แย้ง ชั่วคราว)

ตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของ วงจรที่ 3 ที่พัฒนาเป็นลำดับที่ 4 คือ นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลจากรูปแบบข้อมูลหนึ่งสู่รูปแบบ การนำเสนออื่น ๆ ได้ เช่น ตาราง กราฟ รูปภาพ เป็นต้น หรือในตัวบ่งชี้ที่ 1 โดยมีนักเรียนบางส่วนยัง ไม่ได้แปลงข้อมูล นำเสนอในรูปแบบเดิม โดยมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์ พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ร้อยละคะแนนเท่ากับ 92.26



ภาพ 20 แสดงการการนำเสนอข้อมูลในกิจกรรมการโต้แย้ง

ตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของ
 วงจรที่ 3 ที่พัฒนาเป็นลำดับสุดท้าย คือ นักเรียนสามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บน
 พื้นฐานของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และการพิจารณาอื่น ๆ หรือตัวบ่งชี้ที่
 4 โดยนักเรียนจำนวน 2 กลุ่ม สามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎี
 ทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และการพิจารณาอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้องบางส่วน โดยมี
 ร้อยละคะแนนด้านการระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผล เท่ากับ 95.32



ภาพ 21 แสดงร้อยละของความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ของวงจรถี 3

จากภาพ 21 กราฟแสดงผลการวิจัยตามตัวบ่งชี้ต่าง ๆ ของความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ของวงจรถี 3 พบว่า นักเรียนสามารถระบุ ใช้และสร้าง รูปแบบการอธิบายและการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือในตัวบ่งชี้ที่ 1 โดยมีจำนวนทั้งสิ้น 18 คน หรือ 3 กลุ่ม สามารถแปลงข้อมูลได้ถูกต้อง โดยมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในด้านนี้มากที่สุด ซึ่งมีร้อยละคะแนนเท่ากับ 97.42

ตัวบ่งชี้ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ของวงจรถี 3 ที่พัฒนาเป็นลำดับที่ 2 คือ นักเรียนสามารถนำเสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือตัวบ่งชี้ที่ 2 โดยนักเรียนจำนวน 17 คน จากรายงานผลการตรวจสอบที่เป็นงานเดี่ยว หรือชิ้นงานจากชิ้นงานกลุ่มสามารถระบุข้อสันนิษฐานได้ถูกต้อง และนักเรียนจำนวน 15 คน สามารถแสดงหลักฐานได้อย่างถูกต้อง โดยมีร้อยละคะแนนด้านการระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลเท่ากับ 89.63

ตาราง 7 แสดงการเปรียบเทียบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

รายการ	ร้อยละของคะแนนตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์					ร้อยละของความสามารถ ในการให้เหตุผลในเชิง วิทยาศาสตร์				
	1) แปลงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหนึ่งสู่ รูปแบบการนำเสนออื่น ๆ	2) วิเคราะห์และตีความข้อมูลนำไปสู่ การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล	3) ระบุนิยามพื้นฐาน หลักฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล	4) แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และการ พิจารณาอื่น ๆ	5) ประเมินข้อโต้แย้งและหลักฐานทาง วิทยาศาสตร์จากแหล่งที่มาแตกต่างกัน	ระดับ PISA	1) ระบุนำใช้และสร้าง รูปแบบการอธิบาย และการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์	2) นำเสนอสมมติฐานเพื่ออธิบาย เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	ระดับ TIMSS	คะแนน เต็ม 20 คะแนน
สอบก่อนเรียน	62.74	38.46	21.87	54.85	56.18	2	36.47	24.45	2	6.87
สอบหลังเรียน	79.45	70.67	68.48	60.25	72.38	4	65.38	61.67	3	16.48

จากตาราง 7 พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ
โต้แย้งสามารถพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถ
ในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ในด้านต่าง ๆ ของสมรรถนะการ
แปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์เรียงจากมากไปน้อย คือ ด้านแปลง
ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหนึ่งสู่รูปแบบการนำเสนออื่น ๆ ด้านประเมินข้อโต้แย้งและหลักฐานทาง
วิทยาศาสตร์จากแหล่งที่มาแตกต่างกัน ด้านวิเคราะห์และตีความข้อมูลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่
สมเหตุสมผล ด้านระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล และด้านแยกแยะ
ระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และการพิจารณาอื่น ๆ ส่วน
ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์เรียงจากมากไปน้อย คือ ด้านระบุ ใช้และสร้าง
รูปแบบการอธิบายและการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และด้านนำเสนอสมมติฐานเพื่อ
อธิบายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยเรื่อง “การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย
2. ข้อเสนอแนะ

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายของการศึกษา 2 ข้อ คือ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 2) เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมขนาดเล็กแห่งหนึ่ง ในเขตภาคเหนือตอนล่าง จำนวน 19 คน ดำเนินการวิจัยระหว่างภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามจุดประสงค์การศึกษา มีรายละเอียด ดังนี้

1. การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ที่พัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่ง

ประกอบด้วย ชั้นวางแผน ชั้นปฏิบัติ ชั้นสังเกต และชั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ เป็นวงจรต่อเนื่อง 3 วงจรปฏิบัติการ ใช้เวลาการจัดการเรียนรู้ 13 ชั่วโมง และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือ 3 ชนิด ได้แก่ แบบบันทึกประสบการณ์การเรียนรู้ และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครู

พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน โดยรายละเอียดดังนี้

1. **ขั้นระบุภาระงานและการถามคำถามนำ** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการระบุภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนศึกษา เพื่อสร้างความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่ศึกษาหรือแก้ปัญหาที่กำหนดให้ โดยครูสร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมเกี่ยวกับสิ่งที่จะศึกษา เช่นการยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือเรื่องที่เกี่ยวข้องกับในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับกรด-เบส เพื่อนำไปสู่เรื่องของการไทเทรตกรด-เบส และการนำความรู้เกี่ยวกับกรด-เบสไปใช้ในชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับ ภพ เลหาไพบุลย์ (2557, หน้า 124) ที่ได้กล่าวว่า สถานการณ์ที่เป็นปัญหาใกล้ตัวนักเรียนจะช่วยกระตุ้น หรือทำให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหา นั้น ครูควรให้นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียนก่อน โดยการสืบค้นหรือศึกษาข้อมูล ครูควรเตรียมคำถามเพื่อชี้แนะ หรือกระตุ้นให้นักเรียนสามารถไปถึงคำตอบของสิ่งที่ต้องการศึกษาหรือตรวจสอบ และให้นักเรียนตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบ สอดคล้องกับ Walker and Sampson (2013, p. 565) ได้กล่าวว่า การที่ครูชี้แจงวัตถุประสงค์และตั้งคำถามที่ดีช่วยให้ผู้เรียนเกิดการโต้แย้งและสืบเสาะหาหลักฐานนำมาสู่การสรุปที่เหมาะสมและถูกต้อง คำถามนี้นำไปสู่การตั้งสมมติฐาน

2. **ขั้นการออกแบบวิธีการตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล** เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มต้องร่วมกันแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ปรึกษาเพื่อวางแผนออกแบบวิธีการตรวจสอบ คาดคะเนคำตอบของการสำรวจตรวจสอบ และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือ ใบบทความรู้ เป็นต้น ควรให้นักเรียนออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยให้นักเรียนค้นหาข้อมูลมากกว่า 1 แหล่ง ในขั้นนี้ครูควรเตรียมแหล่งการเรียนรู้ หรือการสืบค้นข้อมูลที่หลากหลายให้กับนักเรียน ถ้าเป็นการปฏิบัติการทดลองควรให้นักเรียนอ่าน ทำความเข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติการทดลอง ขั้นตอนการบันทึกและการอภิปรายผล เพื่อที่นักเรียนจะได้ออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลและการปฏิบัติที่ไม่ผิดพลาด สอดคล้องกับ Sampson, Groom and Walker (2010, p. 219) ได้เสนอว่า การเปิด

โอกาสให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มแบบร่วมมือจะช่วยในการเรียนรู้วิธีการออกแบบเก็บข้อมูล การสำรวจตรวจสอบ

3. **ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว** นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นก่อนหน้า แล้วนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ แผนภูมิ รูปภาพ ตาราง เป็นต้น จากนั้นนำข้อมูลมาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ ครูควรแนะนำหรือชี้แจงแนวทางการเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราวให้ชัดเจนก่อนลงมือปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติได้ถูกต้อง ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการลงข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผลที่มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ และเพียงพอที่จะนำมาใช้ในการสนับสนุนข้อสรุปได้ การเน้นให้นักเรียนได้จัดกระทำข้อมูล วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงประจักษ์ที่น่าเชื่อถือสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา ช่วยให้นักเรียนสนใจและเห็นความสำคัญของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ รวมถึงมีความเข้าใจถึงบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องมีความสามารถในการสนับสนุนคำอธิบาย ข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างอื่น ๆ ของตนเองด้วยหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม (Hodson, 2008)

4. **ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง** เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนทั้งห้องได้มีโอกาสในการโต้แย้ง โดยเริ่มจากนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มตน โดยการนำเสนอวิธีการสำรวจ ตรวจสอบ การคาดคะเนคำตอบ ข้อมูลหลักฐานต่าง ๆ ที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุป พร้อมใช้หลักฐานและเหตุผลที่ถูกต้อง สมเหตุสมผล ครูควรชี้แจงการแสดงข้อโต้แย้งด้วย เพื่อสามารถแสดงข้อคิดเห็นได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว ครูอาจจะต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในขั้นของการนำเสนอข้อโต้แย้งมากขึ้น ได้พิจารณาข้อโต้แย้งของเพื่อน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sampson, Groom and Walker (2009, p. 44) ว่า “นักเรียนเรียนรู้ได้มากขึ้นหากได้แสดงความคิดเห็นกับผู้อื่น มีการตอบสนองต่อคำถามของเพื่อน มีการสื่อสารข้อกล่าวอ้างในมุมมองของตนเอง และมีการประเมินข้อดีของความคิดที่แข่งขันกัน ซึ่งเป็นการช่วยให้ครูสามารถประเมินกระบวนการคิดของนักเรียนได้” เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Osborne, Erdum and Simon (2004) ที่พบว่า กิจกรรมการโต้แย้งที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายประเมินข้อโต้แย้งจะสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลได้

5. **ขั้นการอภิปรายผล** นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหา วิธีการสำรวจตรวจสอบ ผลของการสำรวจตรวจสอบ และการลงข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม โดยครูเป็นผู้นำในการอภิปรายเนื้อหา แล้วสุ่มเรียกนักเรียนออกมาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ หลังจากนั้นให้นักเรียนผลัดกันเสนอข้อมูล แนวคิดเพิ่มเติมเกี่ยวกับเนื้อหาที่ขาดหายไป เพื่อ

นำไปใช้เป็นแนวทางให้แต่ละกลุ่มนำไปใช้ในการปรับปรุงครั้งต่อไป สอดคล้องกับ Sampson and Gleim (2009, p. 470) ที่ได้เสนอว่า ในขั้นนี้ครูควรมีการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจตรวจสอบ และการลงข้อสรุปของนักเรียน โดยอาจจะเสนอในรูปแบบกราฟ ตารางข้อมูล แผนภูมิ จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อมูลดังกล่าว ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบและการลงข้อสรุป รวมทั้ง ครูควรถามคำถามเพื่อประเมินว่านักเรียนตัดสินใจทำหรือไม่ทำตามวิธีการสำรวจตรวจสอบที่เพื่อนเสนอหรือไม่ เพราะเหตุใด

6. ขั้นการเขียนรายงานผลการตรวจสอบ นักเรียนเขียนรายงานผลการตรวจสอบเป็นรายบุคคล โดยนักเรียนจะต้องประเมินความคิดที่ได้จากกิจกรรมการโต้แย้ง และการอภิปรายเนื้อหาและวิธีการสำรวจตรวจสอบร่วมกับครูและเพื่อนในห้องเรียน ครูควรชี้แจงรายละเอียดในการเขียนรายงานผลการตรวจสอบ และเน้นย้ำว่าเป็นงานรายบุคคล ให้เขียนเป็นความของตนเองไม่ซ้ำมติของกลุ่ม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wallac, Hand and Prain (2004) ที่พบว่า การเขียนจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการรู้คิดมากขึ้น และช่วยปรับปรุงแก้ไขความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียน และช่วยทำให้เกิดกระบวนการคิดที่มีความชัดเจนและกระชับมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

7. ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน เป็นขั้นตอนที่เพื่อนนักเรียนประเมินตรวจสอบรายงานการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงรายงานพร้อมให้เหตุผลประกอบ โดยนักเรียนจะต้องศึกษาวิธีการสำรวจตรวจสอบ การคาดคะเนคำตอบ การระบุข้อมูลหลักฐาน และการลงข้อสรุปของเพื่อน จากนั้นประเมินความเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง พร้อมให้เหตุผลประกอบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สันติชัย อนุวรชัย (253, หน้า 130) ที่พบว่า กิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อน เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนตรวจสอบและประเมินเพื่อตัดสินใจคุณค่าในงานของผู้อื่นย่อมต้องอาศัยเหตุผลเป็นพื้นฐานสำคัญในการตัดสินใจ ลักษณะดังกล่าวจึงสะท้อนพฤติกรรมบ่งชี้ความมีเหตุผลประการหนึ่ง คือ การยอมรับในความคิดเห็นหรือคำอธิบายที่มีหลักฐานหรือข้อมูลสนับสนุนอย่างเพียงพอ จึงช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีคุณลักษณะความมีเหตุผลได้

8. ขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน นักเรียนแก้ไข ปรับปรุงรายงานตามคำแนะนำจากเพื่อน ซึ่งนักเรียนจะต้องให้เหตุผลว่า เหตุใดจึงเลือกแก้ไขหรือไม่แก้ไขรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน จากส่งรายงานให้กับครูซึ่งจะเป็นผู้ประเมินงานคนสุดท้าย สอดคล้องกับ Samoson and Gleim (2009, p. 470) ที่ได้เสนอว่า รายงานที่ให้นักเรียนปรับปรุงเป็นรายงานที่ให้นักเรียนได้อธิบายถึงสิ่งที่แก้ไข กระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาถึงสิ่งที่เขียนและอธิบายว่าเหตุใดจึงตัดสินใจแก้ไขหรือไม่แก้ไขรายงาน

2. การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วย กลวิธีการโต้แย้งต่อการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน และความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและ ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ระหว่างการจัดการ เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งแต่ละวงจร พบว่า นักเรียนมีการ พัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น ตั้งแต่วงจรที่ 1 จนถึงวงจรที่ 3 คือระดับ 3, 3 และ 4 ตามลำดับ และนักเรียนมีการพัฒนา ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นตั้งแต่วงจรที่ 1 จนถึงวงจรที่ 3 คือ ระดับ 2, 2 และ 3

1.1 เมื่อพิจารณาแยกตามตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ตัวบ่งชี้ พบว่า

1.1.1 ผลการเปรียบเทียบตัวบ่งชี้ที่ 1 การแปลงข้อมูลจากข้อมูลหนึ่งสู่ รูปแบบการนำเสนออื่น ๆ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่าง การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของแต่ละวงจร พบว่า นักเรียนมีการแปลงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหนึ่งสู่รูปแบบนำเสนออื่น ๆ ในวงจรที่ 1 ต่ำกว่าวงจรที่ 2 และวงจรที่ 3

1.1.2 ผลการเปรียบเทียบตัวบ่งชี้ที่ 2 การวิเคราะห์และตีความข้อมูลนำไปสู่ การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของแต่ละวงจร พบว่า นักเรียนมีการวิเคราะห์และตีความข้อมูลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลในวงจรที่ 1 ต่ำกว่าวงจรที่ 2 และวงจรที่ 3

1.1.3 ผลการเปรียบเทียบตัวบ่งชี้ที่ 3 การระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผล เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่าง การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของแต่ละวงจร พบว่า นักเรียนมี การระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลในวงจรที่ 1 ต่ำกว่าวงจรที่ 2 และวงจรที่ 3

1.1.4 ผลการเปรียบเทียบตัวบ่งชี้ที่ 4 การแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และการพิจารณาอื่น ๆ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของแต่ละวงจร พบว่า นักเรียนมีการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และการพิจารณาอื่น ๆ ในวงจรที่ 1 ต่ำกว่าวงจรที่ 2 และวงจรที่ 3

1.1.5 ผลการเปรียบเทียบตัวบ่งชี้ที่ 5 การประเมินข้อโต้แย้งและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งที่มาแตกต่างกัน เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของแต่ละวงจร พบว่า นักเรียนมีการประเมินข้อโต้แย้งและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งที่มาแตกต่างกัน ในวงจรที่ 1 ต่ำกว่าวงจรที่ 2 และวงจรที่ 3

1.2 เมื่อพิจารณาแยกตามตัวบ่งชี้ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ตัวบ่งชี้ พบว่า

1.2.1 ผลการเปรียบเทียบตัวบ่งชี้ที่ 1 การระบุ ใช้และสร้างรูปแบบการอธิบายและการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของแต่ละวงจร พบว่า นักเรียนมีการระบุ ใช้และสร้างรูปแบบการอธิบายและการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในวงจรที่ 1 ต่ำกว่าวงจรที่ 2 และวงจรที่ 3

1.2.2 ผลการเปรียบเทียบตัวบ่งชี้ที่ 2 การนำเสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของแต่ละวงจร พบว่า นักเรียนมีการนำเสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในวงจรที่ 1 ต่ำกว่าวงจรที่ 2 และวงจรที่ 3

2. ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งแต่ละวงจร พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ระดับ PISA ในด้านสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากระดับ 2 เป็น ระดับ 4 และนักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้

เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และระดับ TIMSS ในด้านความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากระดับ 2 เป็น ระดับ 3

2.1 เมื่อพิจารณาแยกตามตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ
 ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ตัวบ่งชี้ พบว่า

2.1.1 ผลการเปรียบเทียบตัวบ่งชี้ที่ 1 การแปลงข้อมูลจากข้อมูลหนึ่งสู่รูปแบบการนำเสนออื่น ๆ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของแต่ละวงจร พบว่า นักเรียนมีการแปลงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหนึ่งสู่รูปแบบนำเสนออื่น ๆ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.1.2 ผลการเปรียบเทียบตัวบ่งชี้ที่ 2 การวิเคราะห์และตีความข้อมูลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของแต่ละวงจร พบว่า นักเรียนมีการวิเคราะห์และตีความข้อมูลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.1.3 ผลการเปรียบเทียบตัวบ่งชี้ที่ 3 การระบุข้อสันนิษฐานหลักฐาน
 ประจักษ์พยานและเหตุผล เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของแต่ละวงจร พบว่า นักเรียนมีการระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.1.4 ผลการเปรียบเทียบตัวบ่งชี้ที่ 4 การแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดย
 ตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และการพิจารณาอื่น ๆ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของแต่ละวงจร พบว่า นักเรียนมีการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และการพิจารณาอื่น ๆ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.1.5 ผลการเปรียบเทียบตัวบ่งชี้ที่ 5 การประเมินข้อโต้แย้งและหลักฐาน
 ทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งที่มาแตกต่างกัน เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของแต่ละวงจร พบว่า นักเรียนมีการประเมินข้อโต้แย้งและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งที่มาแตกต่างกันหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.2 เมื่อพิจารณาแยกตามตัวบ่งชี้ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ตัวบ่งชี้ พบว่า

2.2.1 ผลการเปรียบเทียบตัวบ่งชี้ที่ 1 การระบุ ใช้และสร้างรูปแบบการอธิบายและการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของแต่ละวงจร พบว่า นักเรียนมีการระบุ ใช้และสร้างรูปแบบการอธิบายและการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.2.2 ผลการเปรียบเทียบตัวบ่งชี้ที่ 2 การนำเสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของแต่ละวงจร พบว่า นักเรียนมีการนำเสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จากผลการวิจัย พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Samoson and Gleim (2010, p. 1-20) ที่ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง พบว่า สามารถพัฒนาความสามารถในการใช้หลักฐานและเหตุผลของนักเรียนระดับอุดมศึกษาได้ เนื่องจากขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งมีแนวการสอนแบบสืบเสาะและสร้างบริบทในการโต้แย้งให้กับนักเรียน ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม (Berland and Reiser, 2009, p. 28)

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการวิจัยต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ควรเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมต่อการสำรวจตรวจสอบและกิจกรรมการโต้แย้ง

1.2 ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนควรชี้แจงการจัดกิจกรรม วัตถุประสงค์ให้นักเรียนทราบ เป็นแนวทางในการปฏิบัติของนักเรียน ผู้สอนควรชี้แจงกิจกรรมการโต้แย้ง หรือยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็น หรือฝึกแยกแยะข้อโต้แย้งให้ชัดเจนก่อน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ผลการวิจัยพบว่า หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะ การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และการพิจารณาอื่น ๆ มีการพัฒนาน้อยที่สุด ดังนั้น ควรศึกษาการพัฒนาตัวบ่งชี้ในด้านนี้เพิ่มขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: บริษัท ชัคเซลพับลีเคชั่น จำกัด.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ตัวอย่างข้อสอบการประเมินผลนานาชาติ PISA และ TIMSS วิทยาศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015. กรุงเทพฯ.
- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). แนวคิดทางวิทยาศาสตร์: กระบวนการพื้นฐานในงานวิจัยประมวลบทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยครูพระนคร.
- จิราวัฒน์ แสงศร. (2559). การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- ทวิศักดิ์ นพเกษ. (2548). วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ. นครราชสีมา: โชคเจริญ มาร์เก็ตติ้ง.
- เทียมจันทร์ พิษย์ผลินไชย. (2539). ระเบียบวิธีวิจัย. พิษณุโลก : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- นภสร จัยอินทร์. (2560). ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ได้รับการสอนแบบพีโออี. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. สืบค้นเมื่อ 12 กรกฎาคม 2562, จาก <https://www.tci-thaijo.org/index.php/banditvijai/article/view/96259>
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น
- พุทธวิธ บวรสถิตวงศ์. (2560). การพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการใช้สื่อโฆษณา เรื่องระบบย่อยอาหาร. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

สืบค้นเมื่อ 12 กรกฎาคม 2562, จาก https://www.tcithaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/89204

- พุทธธีร บวรณสถิตวงศ์. (2560). การสำรวจสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. สืบค้นเมื่อ 12 กรกฎาคม 2562, จาก <http://conference.nu.ac.th/nrc13/downloadPro.php?plD=221&file=221.pdf>
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัทรารวรรณ ไชยมงคล. (2559). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. วิทยานิพนธ์
- วราพร รัศมีจาตุรงค์. (2562). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี. สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2562, จาก <https://rsucon.rsu.ac.th/files/proceedings/nation2019/NA19-075.pdf>
- สันติ อันวรชัย. (2553). ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21. เพชรบูรณ์: จุลติสการพิมพ์
- สุนทรกุลและลือชา ลดาชาติ. (2556). การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. สืบค้นเมื่อ 29 กันยายน 2562.
- สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี และอัมพิกา ประโมจันทร์. (2546). คู่มือการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

- สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี และอัมพลิกา ประโมจניים. (2551). *ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันพรุ่งนี้*. กรุงเทพฯ: เซเว่นพริ้นติ้ง กรุ๊ป.
- สุวิมล ตีรกาพันธ์. (2543). *ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์: แนวทางสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2549). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (พิมพ์ครั้งที่ 9)*. กรุงเทพฯ :
ด้านสุทธาการพิมพ์
- เอกภูมิ จันทพันธ์. (2559). *การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์*. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. ปีที่ 11, 217-232.
- Berland, L.K. and Reiser , B.J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93, 26-55
- Berland, L.K. and Reiser , B.J. (2011). Classroom communities' adaptation of the practice of scientific argumentation. *Science Education*, 95, 191-216.
- Coorcoran, T. (2011). *Improving Science Teaching*. N.P.: n.p.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. and Scott, P. (1994). Constructing Scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7)-321.
- Educational Broadcasting Corporation. (2003). What is inquiry-based learning ?. Retrieved July, 18, 2015, from <http://www.thirteen.org/edonline/concept2class/inquiryindex.html>.
- Giere, R.N. (1991). *Understanding scientific reasoning*. United States: Rinehart and Winston.
- Hodson, D. (2008). *In toward scientific literacy: A teachers' guide to history, philosophy and sociology of science* Rotterdam. The Netherland: Sense
- Hogan, K., Nastasi, B.K. and Pressley, M. (2000). Discourse patterns and Collaborative scientific reasoning in peer and teacher-guided discussion. *Cognition and instruction*, 14(4), 379-432.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77, 319-337.
- Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. *Science Education*, 94(5), 810-824

- Kuhn, D. and Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Development*, 74(5), 1245-1260.
- Lawson, A.E. (2009). *Basic inferences of Scientific Reasoning, Argumentation*.
- McNeill, K.L. (2009). Teacher use of curriculum to support student in writing scientific arguments to explain phenomena, *Science Education*, 93, 233-268.
- Moshman, D. (2011). *Adolescent rationality and development : Cognition, morality, and identity, third edition*. USA.: n.p.
- Okada, A. and Shum, S.B. (2008). Evidence-based dialogue maps as a research tool to investigate the quality of school pupils' scientific argumentation. *International Journal of Research and Method in Education*, 31(3), 291-315.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Sampson, V., & Gleim, L. (2009). Argument-driven inquiry to promote the understanding of important concepts and practices in biology. *The American Biology Teacher*, 71(8), 456 - 472
- Sampson and Walker. (2014). *The 8 stages of ADI*. Retrieved July 23, 2019. From <http://www.argumentdriveninquiry.com/8-stages-of-adi.html>.
- Sampson, V., Grooms, J. and Walker, J.P. (2009). *Argument-driven inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study*. *Science Education*, 95(2), 217-257.
- Stark, R., T. and Krause, U. (2009). Improving scientific argumentation skills by a problem-based learning environment: Effects of an elaboration tool and relevance of student characteristics. *Evaluation and Research in Education*, 22(1), 51-68.
- Van, E.F.H. and Grootendorst, R. (2004). *A systematic theory of argumentation: The pragma-dialectic approach*. Cambridge, England: Cambridge University.
- Walker, J., Sampson, V. and Zimmerman, C. (2015). Argument-driven inquiry: An introduction to a new instructional model for use in undergraduate chemistry labs. *Journal of Chemical Education*, 88(10), 1048-1056.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรียพร สว่างเมฆ
อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ จังหวัดพิษณุโลก
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัญชลี สิริกุลขจร
อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ จังหวัดพิษณุโลก
3. นายวัชรพงษ์ ทละสังคินทร์
ครู อันดับ คศ.3 วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนกำแพงเพชรพิทยาคม
จังหวัดกำแพงเพชร

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วย
กลวิธีการโต้แย้ง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชาเคมี ว 32224 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส

เรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส

จำนวน 4 ชั่วโมง

ผู้สอน : นางสาวอนาวิน ลินสิงห์

① ผลการเรียนรู้

ทดลอง และอธิบายหลักการการไทเทรตและเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการ
ไทเทรตกรด-เบส

② สาระสำคัญ

การไทเทรตเป็นเทคนิคในการวิเคราะห์หาปริมาณหรือความเข้มข้นของสารที่ทำปฏิกิริยา
พอดีกันจุดที่สารทำปฏิกิริยาพอดีกันเรียกว่า จุดสมมูลในทางปฏิบัติ จุดสมมูลของปฏิกิริยาอาจไม่
สามารถสังเกตเห็นได้ จึงสังเกตจากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ เพื่อบอกจุดยุติของการไทเทรต
ดังนั้นอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตกรด-เบสควรเป็นอินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนสีในช่วง pH ตรง
กับหรือใกล้เคียงกับ pH ของสารละลาย ณ จุดสมมูล

③ จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. บอกสมบัติของอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส
2. อธิบายเหตุผลที่ทำให้อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสี
3. บอกสีของสารละลายเมื่อทราบ pH ของสารละลายและชนิดของอินดิเคเตอร์ที่ใช้ทดสอบ

ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. เขียนค่า pH และบอกความเป็นกรด-เบสของสารละลาย เมื่อทราบสีที่เปลี่ยนและช่วง
pH ที่เปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ได้

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน

1. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลผลการทดลองและสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

2. ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน หลักฐาน และเหตุผล

ทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1. ระบุ ใช้และสร้าง รูปแบบการอธิบายและการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

ด้านเจตคติ

1. มีความรับผิดชอบส่งงานตามเวลาที่กำหนด

2. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

④ สารการเรียนรู้

1. อินดิเคเตอร์

2. ค่า pH

3. การเลือกใช้อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส

4. การไทเทรตกรด-เบส

⑤ กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงานและถามคำถามนำ (20 นาที)

1. ครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิดนักเรียนว่า “หากต้องการทราบค่าสารต่าง ๆ นั้นมีสมบัติเป็นกรดหรือเบส หรือมีค่า pH เท่าไหร่ จะทราบได้อย่างไร” (แนวคำตอบ : การใช้อินดิเคเตอร์ทดสอบ)

2. นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากหนังสือแบบเรียนและใบความรู้เรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส

3. ครูถามนักเรียนว่า ในชีวิตประจำวัน นักเรียนสามารถพบอินดิเคเตอร์ที่ได้จากธรรมชาติได้หรือไม่ และอินดิเคเตอร์ที่ได้จากธรรมชาติมีอะไรบ้าง (แนวคำตอบ : ดอกอัญชัน กะหล่ำม่วง)

4. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 - 5 คน

5. ครูระบุภาระงานสำหรับสำรวจตรวจสอบ

5.1 ครูระบุภาระงานและถามคำถามนำให้นักเรียน ดังนี้

ให้นักเรียนตรวจสอบว่า “ถ้าหากต้องการหาค่า pH ของสารต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันในบ้านของนักเรียน ซึ่งไม่มีอินดิเคเตอร์ที่ได้จากการสังเคราะห์มาตรวจสอบ นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบหาค่า pH ของสารต่าง ๆ ได้อย่างไร โดยการใช้อินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ และอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติของกลุ่มใดจะสามารถตรวจสอบหาค่า pH ได้ใกล้เคียงที่สุด แม่นยำที่สุด จะต้องใช้จำนวนของอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติน้อยที่สุด สารที่ใช้ในการตรวจสอบหาค่า pH ได้แก่ น้ำยาล้างห้องน้ำ ผงซักฟอก น้ำปู๊ไล และน้ำขี้เถ้า กำหนดอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติที่ใช้ในการตรวจสอบได้แก่ อัญชัน หอมใหญ่ บีทรูท ขมิ้นชัน และดาวเรือง”

5.2 ครูกำหนดประเด็นในการโต้แย้งสำหรับวันนี้ คือ การตรวจสอบสารในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำยาล้างห้องน้ำ ผงซักฟอก น้ำปูลู และน้ำซ้เก่า สามารถทดสอบด้วยอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติได้หรือไม่ ค่า pH ของสารแต่ละชนิดเป็นเท่าใด และมีวิธีการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ในการตรวจสอบได้อย่างไร

ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล (80 นาที)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรมเรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบสและอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ
2. ครูอธิบายเกี่ยวกับอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบสและการไทเทรตกรด-เบส
3. ครูให้นักเรียนออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสังเกตการทดลอง และออกแบบการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการออกแบบการบันทึกผลการทดลอง
4. ครูตรวจสอบการออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลของนักเรียนอีกครั้ง และให้ข้อเสนอแนะ
5. นักเรียนดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการตรวจสอบหาค่า pH ของสารที่กำหนดให้จากการใช้อินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ แล้วเทียบค่า pH ที่ตรวจสอบได้จากอินดิเคเตอร์มาตรฐาน (ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์)

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (50 นาที)

1. นักเรียนนำผลการทดลองที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์โดยแปลงข้อมูลที่ได้ นำมาเสนอในรูปแบบต่าง ๆ
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น จากนั้นนำมาใช้ในการลงข้อสรุปของการสำรวจตรวจสอบ
3. ครูถามคำถามนักเรียนว่า “หากใช้อินดิเคเตอร์จากธรรมชาติดังกล่าว สารแต่ละชนิดมีค่า pH ที่สามารถตรวจสอบได้เป็นเท่าใดและสอดคล้องกับการใช้ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์หรือไม่ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยระบุองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ข้อสรุปของการสำรวจตรวจสอบ 2) หลักฐานหรือข้อมูลที่นำมาใช้ในการสนับสนุนข้อสรุป และ 3) การให้เหตุผล

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (50 นาที)

1. ครูกำหนดประเด็นในการโต้แย้งสำหรับวันนี้ คือ การตรวจสอบสารในชีวิตประจำวันเช่น น้ำยาล้างห้องน้ำ ผงซักฟอก น้ำปูลู และน้ำซ้เก่า สามารถทดสอบด้วยอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติได้หรือไม่ ค่า pH ของสารแต่ละชนิดเป็นเท่าใด และมีวิธีการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ในการตรวจสอบได้อย่างไร

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอการอภิปรายผลของกลุ่มตนเอง รวมถึงอภิปรายหลักฐานการได้มาของคำตอบและคำกล่าวอ้างที่นำมาใช้ในการสนับสนุนจากที่เขียนไว้ในกระดาษของแต่ละกลุ่มหน้าชั้นเรียน
3. เมื่อนำเสนอเสร็จ ให้นักเรียนในกลุ่มที่เหลือแสดงความคิดเห็นโดยการวิพากษ์โต้แย้งหรือยอมรับข้อมูลของกลุ่มนำเสนอ พร้อมกับให้เหตุผลประกอบ โดยกลุ่มที่นำเสนอคอยจับบันทึกความคิดเห็นและหลักฐานของเพื่อนแต่ละกลุ่มที่แสดงความคิดเห็น
4. หลังการนำเสนอเสร็จ แต่ละกลุ่มต้องนำความคิดเห็นที่ได้จากการนำเสนอมาใส่ในใบกิจกรรมการโต้แย้ง ว่าข้อโต้แย้งใดตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ หรือข้อโต้แย้งใดตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาอื่น ๆ
5. ครูให้นักเรียนพิจารณากลุ่มของความคิดเห็นที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ว่าสอดคล้องกับหลักฐานของกลุ่มที่กล่าวอ้างหรือไม่ เพื่อที่จะยอมรับและไม่ยอมรับข้อกล่าวอ้างและเหตุผลของกลุ่มนั้น เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงข้อมูลที่เกิดขึ้นและหาข้อผิดพลาดของกลุ่มตนเอง พร้อมบอกเหตุผลของการยอมรับและไม่ยอมรับข้อคิดเห็น

ขั้นที่ 5 การอภิปรายผล (20 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบอกข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง โดยครูจะเขียนข้อกล่าวอ้างของแต่ละกลุ่มไว้บนกระดาน
2. ครูถามคำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันสรุปการโต้แย้ง ดังนี้
 - 2.1 ประเด็นการนำเสนอที่ทุกกลุ่มเห็นตรงกันคืออะไร
 - 2.2 ประเด็นการนำเสนอที่นักเรียนเห็นขัดแย้งกันคืออะไร
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อโต้แย้งและแนวทางการทดลองการหาค่า pH ของสารละลาย โดยการใช้อินดิเคเตอร์
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส

ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ (10 นาที)

1. ครูให้นักเรียนเขียนรายงานการตรวจสอบเป็นรายบุคคล ที่แสดงให้เห็นว่าได้อะไรบ้างจากการเรียนรู้ในส่วนของ การตรวจสอบจากงานที่ได้รับมอบหมาย

ขั้นที่ 7 การตรวจสอบโดยเพื่อน (10 นาที)

1. ครูรวบรวมรายงานผลการทดลองของนักเรียนแต่ละคน จากนั้นแจกให้นักเรียนแต่ละคนอย่างสุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มเดียวกัน พร้อมแจกแบบประเมินและเกณฑ์การตรวจสอบรายงานให้เท่ากับจำนวนรายงานที่แจกให้
2. ให้นักเรียนแต่ละคนตรวจสอบรายงานที่ได้รับ

ขั้นที่ 8 การปรับปรุงและส่งงาน (10 นาที)

1. เมื่อนักเรียนตรวจสอบรายงานเรียบร้อยแล้วให้ส่งคืนเจ้าของรายงาน
2. จากนั้นให้เจ้าของรายงานพิจารณาผลการประเมินรายงานจากเพื่อน แล้วแก้ไขหรือปรับปรุงตามคำแนะนำของเพื่อนและส่งคืนรายงานอีกครั้งตามวันเวลาที่ครูกำหนด

๖ การวัดประเมินผล

สิ่งที่ต้องการประเมิน	การวัดประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์
1. บอกลสมบัติของอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบสได้	-ด้านความรู้	การทำแบบฝึกหัด	แบบฝึกหัด	ทำถูกต้อง ร้อยละ 80
2. อธิบายเหตุผลที่ทำให้อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสีได้	-ด้านความรู้	การทำแบบฝึกหัด	แบบฝึกหัด	ทำถูกต้อง ร้อยละ 80
3. บอกลีขของสารละลายเมื่อทราบ pH ของสารละลายและชนิดของอินดิเคเตอร์ที่ใช้ทดสอบ	-ด้านความรู้	การทำแบบฝึกหัด	แบบฝึกหัด	ทำถูกต้อง ร้อยละ 80
4. เขียนค่า pH และบอกความเป็นกรด-เบสของสารละลาย เมื่อทราบสีที่เปลี่ยนและช่วง pH ที่เปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ได้	-ด้านทักษะ/กระบวนการ	การทำการทดลอง	แบบประเมินรายงานผลการทดลอง	ทำถูกต้อง ร้อยละ 80

สิ่งที่ต้องการประเมิน	การวัดประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์
5. มีความรับผิดชอบส่งงานตามเวลาที่กำหนด	-ด้านเจตคติ	การสังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	ทำถูกต้อง ร้อยละ 70
6. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	-ด้านเจตคติ	การสังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	ทำถูกต้อง ร้อยละ 70

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน

สิ่งที่ต้องการประเมิน	การวัดประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์
1. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลผลการทดลองและสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล	-ด้านทักษะ/ กระบวนการ	การเขียน รายงานผลการ ตรวจสอบ	รายงานผลการ ตรวจสอบ	ผ่านเกณฑ์ของ PISA อย่างน้อย ระดับ 2
2. ระบุข้อสันนิฐาน ประจักษ์พยาน หลักฐาน และเหตุผล	-ด้านทักษะ/ กระบวนการ	การเขียน รายงานผลการ ตรวจสอบ	รายงานผลการ ตรวจสอบ	ผ่านเกณฑ์ของ PISA อย่างน้อย ระดับ 2

ทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

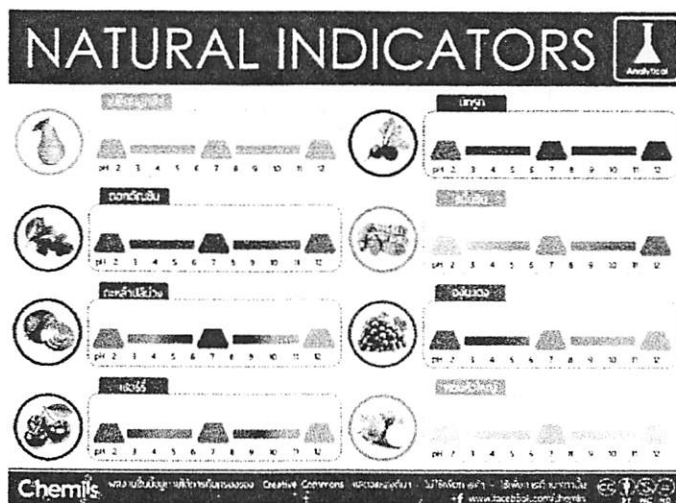
สิ่งที่ต้องการประเมิน	การวัดประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์
1.ระบุ ใช้และสร้าง รูปแบบการอธิบายและการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	-ด้านทักษะ/ กระบวนการ	การเขียน รายงานผลการ ตรวจสอบ	รายงานผลการ ตรวจสอบ	ผ่านเกณฑ์ อย่างน้อยร้อยละ 70
2.นำเสนอ สมมติฐานเพื่อ อธิบาย	-ด้านทักษะ/ กระบวนการ	การเขียน รายงานผลการ ตรวจสอบ	รายงานผลการ ตรวจสอบ	ผ่านเกณฑ์ อย่างน้อยร้อยละ 70

๗ สื่อการสอน/แหล่งเรียนรู้

- 1.หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์กายภาพ ม.5 เล่ม 1 สสวท.
- 2.ใบความรู้
- 3.แบบฝึกทักษะ

อินดิเคเตอร์ที่พบในธรรมชาติ

นอกจากอินดิเคเตอร์กรด-เบส ที่เป็นสารอินทรีย์แล้วในธรรมชาติยังมีสารหลายชนิดที่มีสมบัติเหมาะสมที่จะใช้เป็นอินดิเคเตอร์ได้ กล่าวคือ มีสีต่างกันที่ pH ต่างกันสารเหล่านี้พบในดอกไม้ ผลไม้ ผัก หรือรากไม้บางชนิด



ตารางแสดงอินดิเคเตอร์ที่พบในธรรมชาติ

ชนิดพืช	สารที่ใช้สกัด	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน
อัญชัน	น้ำ	1 - 3	แดง - ม่วง
ดาวเรือง	แอลกอฮอล์	2 - 3	ไม่มีสี - เหลือง
ดาวเรือง	น้ำ	11 - 12	เหลือง - เหลืองน้ำตาล
หางนกยูง	แอลกอฮอล์	3 - 4	ส้ม - เหลือง
หางนกยูง	น้ำ	9 - 10	ไม่มีสี - เหลือง
แคแดง	น้ำ	7 - 8	เหลือง - เขียว
ขิง	น้ำ	10 - 11	เขียว - เหลือง
ขมิ้นแดง	น้ำ	2 - 3	ชมพู - ส้ม
ขมิ้นแดง	แอลกอฮอล์	10 - 11	ส้ม - เหลือง
กระเจี๊ยบ	น้ำ+แอลกอฮอล์+ อีเทอร์	4 - 5	บานเย็น - แดง
บานไม่รู้โรย	น้ำ	6 - 7	แดง - เหลือง
บานไม่รู้โรย	แอลกอฮอล์+อีเทอร์	6 - 7	ชมพู - เขียว

คำถามที่นำไปสู่การศึกษาในครั้งนี้
ปัจจัยใดบ้างที่ควรคำนึงถึงในการเลือกใช้อินติเคเตอร์

.....

.....

.....

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

.....

.....

.....

2. นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

.....

.....

.....

3. จุดประสงค์ของการสำรวจตรวจสอบ

.....

.....

.....

4. สมมติฐานของการสำรวจตรวจสอบ หรือการพยากรณ์

.....

.....

.....

5. วิธีการสำรวจตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....

.....

กลุ่มที่.....

คำถาม

.....
.....

ข้อกล่าวอ้าง

.....
.....
.....
.....

หลักฐาน

.....
.....
.....
.....

เหตุผล

.....
.....
.....
.....

กลุ่มที่

คำชี้แจง ให้นักเรียนแยกข้อโต้แย้งของเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ที่แสดงความคิดเห็นต่อคำอธิบายของกลุ่มตนเองในกิจกรรมการโต้แย้ง

ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	หลักฐาน/ทฤษฎี	ข้อโต้แย้งจากการพิจารณาอื่น ๆ	หลักฐาน/ทฤษฎีอื่น ๆ

ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่เลือก

.....
.....

เหตุผลที่เลือกข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นี้

.....
.....

รายงานการสำรวจตรวจสอบ
เรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับกรด - เบส

ชื่อ - สกุล ชั้น เลขที่.....

คำชี้แจง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จุดประสงค์การสำรวจ

.....
.....
.....
.....

2. วิธีการสำรวจตรวจสอบ

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. การพยากรณ์คำตอบพร้อมเหตุผล

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่
 ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับ
 นักเรียนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วย
 กลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและการให้
 เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

แบบประเมินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ
 โต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและการให้เหตุผลในเชิง
 วิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ
 ประเมินเพื่อพิจารณาความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใส่
 เครื่อง ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับการประเมินของท่าน ซึ่งมี 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

- ระดับการประเมิน 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
 4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง
 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย
 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. ผลการเรียนรู้					
1.1 ความสอดคล้องของผลการเรียนรู้และจุดประสงค์					
1.2 ความสอดคล้องของผลการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้					
1.3 ผลการเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกได้อย่างชัดเจน					
2. จุดประสงค์					
2.1 จุดประสงค์แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน					
2.2 จุดประสงค์แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะได้อย่างชัดเจน					
2.3 จุดประสงค์แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน					

รายการประเมิน	ความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
2.4 จุดประสงค์สอดคล้องกับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์					
2.5 จุดประสงค์สอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผลในเชิง วิทยาศาสตร์					
3. กิจกรรมการเรียนรู้ : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อน ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง					
3.1 ชั้นระบุนภาระงานและคำถาม					
3.2 ชั้นการออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล					
3.3 ชั้นวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว					
3.4 ชั้นกิจกรรมการโต้แย้ง					
3.5 ชั้นการอภิปรายผล					
3.6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ					
3.7 การตรวจสอบโดยเพื่อน					
3.8 การปรับปรุงและส่งงาน					
3.9 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมสามารถพัฒนาสมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์					
3.10 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมสามารถพัฒนาความสามารถในการ ให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์					
3.11 ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมมีความเหมาะสม					
4. สื่อการเรียนรู้					
4.1 มีความสอดคล้องกับกิจกรรม					
4.2 สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้					
5. การวัดและประเมินผล					
5.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
5.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์					
5.3 เครื่องมือมีความเหมาะสมต่อวิธีการวัด					
5.4 เครื่องมือวัดมีเกณฑ์การวัดที่เหมาะสม					

ข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก ง ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อน
ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 8 แสดงผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อน
ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
		คนที่					
		1	2	3			
1.	ผลการเรียนรู้						
1.1	ความสอดคล้องของผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
1.2	ความสอดคล้องของผลการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	4	12	4	มาก
1.3	ผลการเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมที่ ผู้เรียนแสดงออกได้อย่างชัดเจน	4	4	5	13	4.33	มาก
2.	จุดประสงค์						
2.1	จุดประสงค์แสดงถึงพฤติกรรมของ นักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
2.2	จุดประสงค์แสดงถึงพฤติกรรมของ นักเรียนด้านทักษะได้อย่างชัดเจน	4	4	4	12	4	มาก
2.3	จุดประสงค์แสดงถึงพฤติกรรมของ นักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ได้อย่างชัดเจน	4	4	5	13	4.33	มาก
2.4	จุดประสงค์สอดคล้องกับสมรรถนะ การแปลความหมายข้อมูลและ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่			รวม	เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
		1	2	3			
	2.5 จุดประสงค์สอดคล้องกับ ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิง วิทยาศาสตร์	4	5	5	14	5.67	มากที่สุด
3.	กิจกรรมการเรียนรู้ : การจัดกิจกรรม การเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง						
	3.1 ชั้นระบุภาระงานและคำถาม	4	5	4	13	4.33	มาก
	3.2 ชั้นการออกแบบวิธีการและเก็บ รวบรวมข้อมูล	4	4	4	12	4	มาก
	3.3 ชั้นวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อ โต้แย้งชั่วคราว	4	4	4	12	4	มาก
	3.4 ชั้นกิจกรรมการโต้แย้ง	4	4	4	12	4	มาก
	3.5 ชั้นการอภิปรายผล	4	4	4	12	4	มาก
	3.6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ	4	4	4	12	4	มาก
	3.7 การตรวจสอบโดยเพื่อน	4	3	4	11	3.67	มาก
	3.8 การปรับปรุงและส่งงาน	4	4	4	12	4	มาก
	3.9 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสม สามารถพัฒนาสมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานใน เชิงวิทยาศาสตร์	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
	3.10 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสม สามารถพัฒนาความสามารถในการให้ เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
	3.11 ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมมี ความเหมาะสม	4	4	4	12	4	มาก

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
		คนที่					
		1	2	3			
4.	สื่อการเรียนรู้						
4.1	มีความสอดคล้องกับกิจกรรม	4	4	4	12	4	มาก
4.2	สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียน บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	12	4	มาก
5.	การวัดและประเมินผล						
5.1	สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	4	4	12	4	มาก
5.2	สอดคล้องกับจุดประสงค์	4	4	4	12	4	มาก
5.3	เครื่องมือมีความเหมาะสมต่อวิธีการ วัด	4	5	4	13	4.33	มาก
5.4	เครื่องมือวัดมีเกณฑ์การวัดที่ เหมาะสม	4	5	4	13	4.33	มาก
	รวมค่าเฉลี่ย					4.25	มาก

ตาราง 9 แสดงผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อน
ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
		คนที่					
		1	2	3			
1.	ผลการเรียนรู้						
1.1	ความสอดคล้องของผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
1.2	ความสอดคล้องของผลการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	4	13	4.33	มาก
1.3	ผลการเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมที่ ผู้เรียนแสดงออกได้อย่างชัดเจน	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
		คนที่					
		1	2	3			
2.	จุดประสงค์						
	2.1 จุดประสงค์แสดงถึงพฤติกรรมของ นักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน	4	4	5	13	4.33	มาก
	2.2 จุดประสงค์แสดงถึงพฤติกรรมของ นักเรียนด้านทักษะได้อย่างชัดเจน	5	5	4	14	4.67	มากที่สุด
	2.3 จุดประสงค์แสดงถึงพฤติกรรมของ นักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ได้อย่างชัดเจน	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
	2.4 จุดประสงค์สอดคล้องกับสมรรถนะ การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์ พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
	2.5 จุดประสงค์สอดคล้องกับ ความสามารถในการให้เหตุผลในเชิง วิทยาศาสตร์	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
3.	กิจกรรมการเรียนรู้ : การจัดกิจกรรม การเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง						
	3.1 ชั้นบูรณาการงานและคำถาม	4	5	4	13	4.33	มาก
	3.2 ชั้นการออกแบบวิธีการและเก็บ รวบรวมข้อมูล	4	4	4	12	4	มาก
	3.3 ชั้นวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อ โต้แย้งชั่วคราว	4	4	4	12	4	มาก
	3.4 ชั้นกิจกรรมการโต้แย้ง	4	4	4	12	4	มาก
	3.5 ชั้นการอภิปรายผล	4	4	4	12	4	มาก
	3.6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ	4	4	4	12	4	มาก
	3.7 การตรวจสอบโดยเพื่อน	4	4	4	12	4	มาก

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
		คนที่					
		1	2	3			
3.8	การปรับปรุงและส่งงาน	4	4	4	12	4	มาก
3.9	กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสม สามารถพัฒนาสมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานใน เชิงวิทยาศาสตร์	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
3.10	กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสม สามารถพัฒนาความสามารถในการให้ เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
3.11	ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมมี ความเหมาะสม	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
4.	สื่อการเรียนรู้						
4.1	มีความสอดคล้องกับกิจกรรม	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
4.2	สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียน บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
5.	การวัดและประเมินผล						
5.1	สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	5	4	14	4.67	มากที่สุด
5.2	สอดคล้องกับจุดประสงค์	4	5	4	14	4.67	มากที่สุด
5.3	เครื่องมือมีความเหมาะสมต่อวิธีการ วัด	4	5	4	13	4.33	มาก
5.4	เครื่องมือวัดมีเกณฑ์การวัดที่ เหมาะสม	4	5	4	13	4.33	มาก
	รวมค่าเฉลี่ย					4.45	มาก

ตาราง 10 แสดงผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม	
		คนที่					
		1	2	3			
1.	ผลการเรียนรู้						
	1.1 ความสอดคล้องของผลการเรียนรู้และจุดประสงค์	5	5	5	15	5	มากที่สุด
	1.2 ความสอดคล้องของผลการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
	1.3 ผลการเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกได้อย่างชัดเจน	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
2.	จุดประสงค์						
	2.1 จุดประสงค์แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
	2.2 จุดประสงค์แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะได้อย่างชัดเจน	5	5	4	14	4.67	มากที่สุด
	2.3 จุดประสงค์แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	5	5	4	14	4.67	มากที่สุด
	2.4 จุดประสงค์สอดคล้องกับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
	2.5 จุดประสงค์สอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
3.	กิจกรรมการเรียนรู้ : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง						
	3.1 ชั้นระบุนภาระงานและคำถาม	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
	3.2 ชั้นการออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล	4	4	5	13	4.33	มาก

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
		คนที่					
		1	2	3			
3.3	ชั้นวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อ โต้แย้งชั่วคราว	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
3.4	ชั้นกิจกรรมการโต้แย้ง	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
3.5	ชั้นการอภิปรายผล	4	5	4	13	4.33	มาก
3.6	การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ	4	4	4	12	4	มาก
3.7	การตรวจสอบโดยเพื่อน	4	4	4	12	4	มาก
3.8	การปรับปรุงและส่งงาน	4	4	4	12	4	มาก
3.9	กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสม สามารถพัฒนาสมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานใน เชิงวิทยาศาสตร์	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
3.10	กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสม สามารถพัฒนาความสามารถในการให้ เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
3.11	ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมมี ความเหมาะสม	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
4.	สื่อการเรียนรู้						
4.1	มีความสอดคล้องกับกิจกรรม	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
4.2	สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียน บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
5.	การวัดและประเมินผล						
5.1	สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	5	15	5	มากที่สุด
5.2	สอดคล้องกับจุดประสงค์	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
5.3	เครื่องมือมีความเหมาะสมต่อวิธีการ วัด	4	5	4	13	4.33	มาก
5.4	เครื่องมือวัดมีเกณฑ์การวัดที่ เหมาะสม	4	5	4	13	4.33	มาก
	รวมค่าเฉลี่ย					4.56	มากที่สุด

ภาคผนวก ๑ ตัวอย่างแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดสมรรถนะการ
แปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้
เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5

แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ
ประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาว่าข้อคำถามแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องกับสมรรถนะการแปลความหมาย
ข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หรือไม่ โดยพิจารณาจาก
ความหมายดังนี้

การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data
and Evidence Scientifically) หมายถึง การมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำ
กล่าวอ้างและข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning Ability) หมายถึง กระบวนการคิด
ของมนุษย์ในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่
ได้จากการศึกษา ค้นคว้า สืบค้น ตรวจสอบหรือทำการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นองค์ความรู้

โดยใส่เครื่องหมาย \checkmark ลงในช่องที่ตรงกับระดับการประเมิน เกณฑ์การให้คะแนนความสอดคล้องแต่
ละข้อมีดังต่อไปนี้

คะแนน +1 เห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 ไม่เห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ตัวบ่งชี้	แบบทดสอบ	ความคิดเห็น			หมายเหตุ																					
		+1	0	-1																						
วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลและสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล	<p>น้ำปูนใส</p> <p>ฟ้าใสช่วยคุณแม่ทำขนมฟักทองเชื่อม โดยฟ้าใสสังเกตว่าก่อนที่คุณแม่จะนำฟักทองไปเชื่อมนั้นคุณแม่ได้นำฟักทองไปแช่ในน้ำปูนใส คุณแม่บอกกับฟ้าใสว่า น้ำปูนใสจะช่วยให้เนื้อของฟักทองกรอบ ไม่แฉะ ฟ้าใสจึงได้ทำการศึกษาต่อ พบว่า</p> <p>น้ำปูนใส คือ สารละลายของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) หรือสารละลายของปูนขาว (CaO) ที่ได้จากการเผาหินปูนหรือเปลือกหอย จนได้ของแข็งที่เป็นผงหรือเกร็ดสีขาวขุ่นที่เรียกว่า ปูนขาว หลังจากนั้น นำผงปูนขาวมาละลายในน้ำหรือนำผงปูนขาวมาผสมกับไขมันจนได้ปูนแดงแล้วนำมาละลายน้ำ ซึ่งจะเรียกสารละลายนี้ว่า น้ำปูนขาวหรือน้ำปูนแดง</p>																									
	<p>หลังจากนั้น ตั้งทิ้งไว้ให้ผงปูนตกตะกอน จนน้ำส่วนบนใส เรียกสารละลายส่วนบนนี้ว่า น้ำปูนใส</p> <p>ถ้าฟ้าใสทำการทดสอบค่า pH ของน้ำปูนใส โดยใช้อินดิเคเตอร์ที่หาได้จากที่บ้านดังนี้</p> <table border="1" data-bbox="459 1310 1002 1758"> <thead> <tr> <th>ชนิดพืช</th> <th>ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี</th> <th>สีที่เปลี่ยน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>อัญชัน</td> <td>1 - 3</td> <td>แดง - ม่วง</td> </tr> <tr> <td>ดาวเรือง</td> <td>11 - 12</td> <td>เหลือง - เหลืองน้ำตาล</td> </tr> <tr> <td>หอมใหญ่</td> <td>2 - 12</td> <td>ชมพู - เหลือง</td> </tr> <tr> <td>บีทรูท</td> <td>7 - 12</td> <td>ชมพู - ม่วง</td> </tr> <tr> <td>เชอร์รี่</td> <td>2 - 9</td> <td>แดง - ม่วง</td> </tr> <tr> <td>องุ่นแดง</td> <td>5 - 10</td> <td>แดง - เขียว</td> </tr> </tbody> </table> <p>ผลการทดสอบด้วยอินดิเคเตอร์ที่ได้จากธรรมชาติเป็นดังตาราง</p>	ชนิดพืช	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน	อัญชัน	1 - 3	แดง - ม่วง	ดาวเรือง	11 - 12	เหลือง - เหลืองน้ำตาล	หอมใหญ่	2 - 12	ชมพู - เหลือง	บีทรูท	7 - 12	ชมพู - ม่วง	เชอร์รี่	2 - 9	แดง - ม่วง	องุ่นแดง	5 - 10	แดง - เขียว				
ชนิดพืช	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน																								
อัญชัน	1 - 3	แดง - ม่วง																								
ดาวเรือง	11 - 12	เหลือง - เหลืองน้ำตาล																								
หอมใหญ่	2 - 12	ชมพู - เหลือง																								
บีทรูท	7 - 12	ชมพู - ม่วง																								
เชอร์รี่	2 - 9	แดง - ม่วง																								
องุ่นแดง	5 - 10	แดง - เขียว																								

ตัวบ่งชี้	แบบทดสอบ		ความคิดเห็น			หมายเหตุ
			+1	0	-1	
	ชนิดพืช	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีของสารละลาย			
	อัญชัน	1 - 3	ม่วง			
	ดาวเรือง	11 - 12	เหลือง			
	หอมใหญ่	2 - 12	เหลืองอมชมพู			
	บีทรูท	7 - 12	ม่วงอ่อน			
	เซอรี่	2 - 9	ม่วง			
	องุ่นแดง	5 - 10	เขียว			
	คำถามที่ 1 ค่า pH ของน้ำปูนใสนี้มีค่าเป็นเท่าใด					
	ก. 3		ข. 8			
	ค. 10		ง. 12			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก จ ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปล
ความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลใน
เชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 11 แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดสมรรถนะการ
แปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผล
ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ ที่	ตัวบ่งชี้ของสมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูลและประจักษ์ พยานและความสามารถในการ ให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	สรุปผล	ผลการ พิจารณา
		1	2	3			
วิเคราะห์และแปลความหมาย							
1	ข้อมูลและสร้างข้อสรุปที่สมเหตุ ผลสมผล	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง	นำไปใช้ได้
ระบุ ใช้และสร้างรูปแบบการ							
2	อธิบายและการนำเสนอข้อมูลที่ เกี่ยวข้อง	0	+1	+1	0.67	สอดคล้อง	นำไปใช้ได้
ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน							
3	หลักฐาน และเหตุผล ในเรื่องที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง	นำไปใช้ได้
แปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่ง							
4	นำไปสู่รูปแบบการนำเสนออื่น เช่น กราฟ ตาราง เป็นต้น	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง	นำไปใช้ได้

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อ ที่	ตัวบ่งชี้ของสมรรถนะการแปลความหมาย ข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถ ในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	สรุปผล	ผลการ พิจารณา
		1	2	3			
5	-วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลและ สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล -นำเสนอสมมติฐานเพื่ออธิบาย ปรากฏการณ์	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง	นำไปใช้ ได้
6	ระบุ ใช้และสร้างรูปแบบการอธิบายและการ นำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง	นำไปใช้ ได้
7	วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลและ สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง	นำไปใช้ ได้
8	ระบุ ใช้และสร้างรูปแบบการอธิบายและการ นำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง	นำไปใช้ ได้
9	แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์ พยานทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ และการพิจารณาอื่น ๆ	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง	นำไปใช้ ได้
10	ประเมินข้อโต้แย้งและหลักฐานทาง วิทยาศาสตร์จากแหล่งที่มาแตกต่างกัน	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง	นำไปใช้ ได้

ภาคผนวก ข แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล
และประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและ
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง จงตอบคำถามจากสถานการณ์ต่อไปนี้

น้ำปูนใส

ฟ้าใสช่วยคุณแม่ทำขนมฟักทองเชื่อม โดยฟ้าใสสังเกตเห็นว่าก่อนที่คุณแม่จะนำฟักทองไปเชื่อมนั้นคุณแม่ได้นำฟักทองไปแช่ในน้ำปูนใส คุณแม่บอกกับฟ้าใสว่า น้ำปูนใสจะช่วยให้เนื้อของฟักทองกรอบและไม่แฉะ ฟ้าใสจึงได้ทำการศึกษาต่อ พบว่า

น้ำปูนใส คือ สารละลายของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) หรือสารละลายของปูนขาว (CaO) ที่ได้จากการเผาหินปูนหรือเปลือกหอย จนได้ของแข็งที่เป็นผงหรือเกร็ดสีขาวขุ่นที่เรียกว่า ปูนขาว หลังจากนั้น นำผงปูนขาวมาละลายในน้ำหรือนำผงปูนขาวมาผสมกับไขมันจนได้ปูนแดงแล้วนำมาละลายน้ำ ซึ่งจะเรียกสารละลายนี้ว่า น้ำปูนขาวหรือน้ำปูนแดง หลังจากนั้น ตั้งทิ้งไว้ให้ผงปูนตกตะกอน จนน้ำส่วนบนใส เรียกสารละลายส่วนบนนี้ว่า น้ำปูนใส

ถ้าฟ้าใสทำการทดสอบค่า pH ของน้ำปูนใส โดยใช้อินดิเคเตอร์ที่หาได้จากที่บ้านดังนี้

ชนิดพืช	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน
อัญชัน	1 - 3	แดง - ม่วง
ดาวเรือง	11 - 12	เหลือง - เหลืองน้ำตาล
หอมใหญ่	2 - 12	ชมพู - เหลือง
บีทรูท	7 - 12	ชมพู - ม่วง
เชอร์รี่	2 - 9	แดง - ม่วง
องุ่นแดง	5 - 10	แดง - เขียว

ผลการทดสอบด้วยอินดิเคเตอร์ที่ได้จากธรรมชาติเป็นดังตาราง

ชนิดพืช	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีของสารละลาย
อัญชัน	1 - 3	ม่วง
ดาวเรือง	11 - 12	เหลือง
หอมใหญ่	2 - 12	เหลืองอมชมพู
บีทรูท	7 - 12	ม่วงอ่อน
เชอร์รี่	2 - 9	ม่วง
องุ่นแดง	5 - 10	เขียว

คำถามที่ 1 ค่า pH ของน้ำปูนใสนี้มีค่าเป็นเท่าใด

ก. 3

ข. 8

ค. 10

ง. 12

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	คำตอบ
2	ข้อ ค.
0	คำตอบอื่น ๆ และไม่ตอบ

คำถามที่ 2 จากค่า pH ปูนใส เพราะเหตุใด

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	คำตอบ
2	จากการลากเส้นกราฟ เพื่อพิจารณาหาช่วงของค่า pH ของน้ำปูนใส และแสดงการลากเส้นกราฟหาค่า pH
1	แสดงการลากเส้นกราฟหาค่า pH (เพียงอย่างเดียว)
0	คำตอบอื่น ๆ และไม่ตอบ

คำถามที่ 3 ฟ้ำใส่นำอินดิเคเตอร์ที่ได้จากธรรมชาตินี้ไปทำสบสารละลายชนิดหนึ่ง ได้ผลดังนี้

ชนิดพืช	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน
อัญชัน	1 - 3	ม่วง
ดาวเรือง	11 - 12	เหลือง
หอมใหญ่	2 - 12	ชมพูอมเหลือง
บีทรูท	7 - 12	?
เซอริรี	2 - 9	แดงเข้ม
องุ่นแดง	5 - 10	แดง

สารละลายดังกล่าว ถูกทดสอบด้วยบีทรูทจะได้สารละลายสีอะไร

เกณฑ์การให้คะแนน

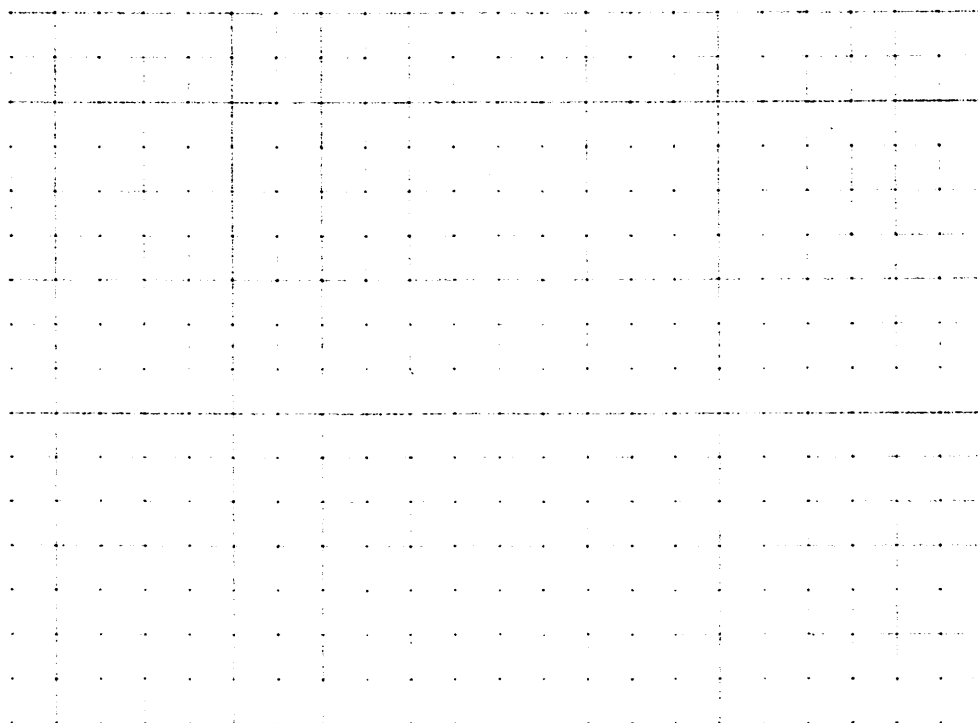
คะแนน	คำตอบ
2	สีชมพู
0	คำตอบอื่น ๆ และไม่ตอบ

การไทเทรตกรด - เบส

นักเรียนคนหนึ่งได้ทำการไทเทรตระหว่างกรดแก่กับเบสแก่ ซึ่งค่า pH ที่ได้จากการไทเทรตระหว่าง 25.0 ml ของ 0.1 M HCl ด้วย 0.1 M NaOH ที่ปริมาตรต่าง ๆ ดังนี้

ปริมาตร NaOH (mL)	pH	ปริมาตร NaOH (mL)	pH
0.00	1.00	25.01	9.30
1.00	1.03	25.10	10.30
5.00	1.18	25.50	11.00
10.00	1.37	26.00	11.29
15.00	1.60	30.00	11.96
20.00	1.95	35.00	12.22
24.00	2.69	40.00	12.36
24.50	3.00	45.00	12.46
24.90	3.70	50.00	12.52
24.99	4.70		
25.00	7.00		

คำถามที่ 4 จงเขียนกราฟแสดงผลการไทเทรตระหว่าง HCl และ NaOH



เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	คำตอบ
2	นักเรียนวาดกราฟและแสดงองค์ประกอบของกราฟได้ถูกต้อง
1	นักเรียนแสดงองค์ประกอบของกราฟ หรือ วาดกราฟ ได้ถูกต้อง
0	คำตอบอื่น ๆ และไม่ตอบ

คำถามที่ 5 จากผลการไทเทรต นักเรียนคนนี้ใช้อินดิเคเตอร์ชนิดใด

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ของการเปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน
เมทิลออเรนจ์	3.2 – 4.4	แดง - เหลือง
เมทิลเรด	4.2 – 6.3	แดง - เหลือง
ลิตมัส	5.0 – 8.0	แดง - น้ำเงิน
บรอมไทมอลบลู	6.0 – 7.6	เหลือง - น้ำเงิน
ฟีนอลเรด	6.8 – 8.4	เหลือง - แดง
ฟีนอล์ฟทาลีน	8.3 – 10.00	ไม่มีสี - ชมพู
ไทมอลบลู	1.2 – 2.8	แดง - เหลือง
โบรโมฟีนอลเรด	4.8 – 6.8	เหลือง - ชมพู
ครีซอลเรด	0.2 – 1.8	แดง - เหลือง
คองโกเรด	3.0 – 5.0	น้ำเงิน - แดง

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	คำตอบ
2	ฟีนอล์ฟทาลีน หรือ บรอมไทมอลบลู หรือ ลิตมัส
0	คำตอบอื่น ๆ และไม่ตอบ

คำถามที่ 6 เพราะเหตุใดจึงเลือกใช้อินดิเคเตอร์ดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

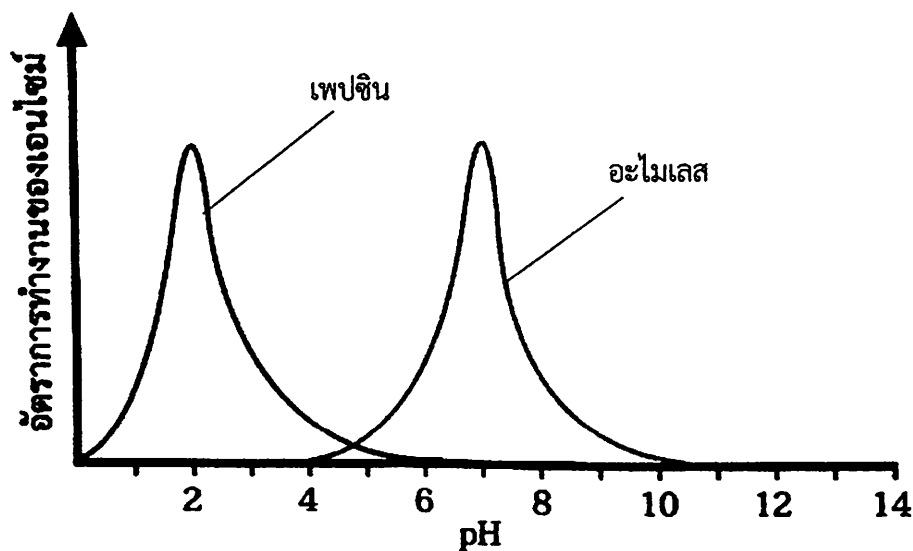
เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	คำตอบ
2	จากกราฟเป็นการไทเทรตระหว่างกรดแก่และเบสแก่ ซึ่งกราฟขึ้นในช่วง pH 3 – 11 ควรเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่แสดงจุดยุติที่ pH ประมาณ 7
0	คำตอบอื่น ๆ และไม่ตอบ

การรักษาคุณภาพของกรด - เบสของเลือด

ปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ในร่างกายถูกควบคุมโดยเอนไซม์หลายชนิด เอนไซม์ส่วนใหญ่ทำงานได้ดีในภาวะที่เป็นกลาง เช่น เอ็นไซม์อะไมเลส (amylase) หากไม่สามารถรักษาความเป็นกรด - เบส (pH) ให้อยู่ในภาวะสมดุลได้ จะส่งผลกระทบต่อการทำงานของเอนไซม์ และการทำงานของระบบต่าง ๆ แต่ยังมีเอนไซม์บางชนิดที่ทำงานได้ดีที่ pH ต่ำ เช่น เอนไซม์เพปซิน (pepsin) ในกระเพาะอาหารจะทำงานได้ดีในภาวะที่เป็นกรด

ดังภาพ



ภาพแสดงอัตราการทำงานของเอนไซม์ที่มีค่า pH ต่าง ๆ

คำถามที่ 7 เอนไซม์เพปซินและเอนไซม์อะไมเลสทำงานได้ดีที่สุดที่ค่า pH ไດ

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	คำตอบ
2	เอนไซม์เพปซิน 2 และ เอนไซม์อะไมเลส 7
1	ตอบคำตอบใดคำถาม 1 ถูก
0	คำตอบอื่น ๆ และไม่ตอบ

คำถามที่ 8 ข้อความในข้อใดที่ใช้แผนภาพอัตราการทำงานของเอนไซม์นี้สนับสนุนได้

1. เอนไซม์เพปซินเป็นเอนไซม์ที่ทำงานได้ดีที่สุดที่ค่า pH เท่ากับ 2 หากค่า pH เพิ่มขึ้นการทำงานจะลดลง จนไม่สามารถทำงานได้
2. เอนไซม์เพปซินเป็นเอนไซม์ที่ทำงานได้ดีในสภาวะกรดซึ่งจะพบในกระเพาะอาหารเท่านั้น ดังนั้นเอนไซม์เพปซินจึงเป็นเอนไซม์ที่ทำให้กระเพาะอาหารมีสภาวะเป็นกรด
3. เอนไซม์อะไมเลสทำงานได้ดีกว่าเอนไซม์เพปซินที่สภาวะของค่า pH ที่ต่ำกว่า
4. หากเพิ่มค่า pH ให้มีค่ามากกว่า 7 จะยิ่งทำให้การทำงานของเอนไซม์อะไมเลสได้ดียิ่งขึ้น

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	คำตอบ
2	ข้อ 1
0	คำตอบอื่น ๆ และไม่ตอบ

ค่า pH ที่เหมาะกับการปลูกพืช

คำถามที่ 9 : นักเรียน 2 คนทำการศึกษาค่า pH ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งได้ข้อสรุปดังนี้
 นักเรียนคนที่ 1 : ความเป็นกรด-ด่างของสสาร วัดกันด้วยหน่วย pH ซึ่งโดยปกติจะมีค่าอยู่ที่ 0-14
 ดังนั้นหากในดินมีค่า pH เท่ากับ 7 ก็แสดงว่ามีความเป็นกรด-ด่างเป็นกลาง แต่ถ้ามีค่า pH ต่ำกว่า
 7 ก็แสดงว่าดินมีความเป็นกรดมาก กลับกันหากดินมีค่า pH สูงกว่า 7 ก็แสดงว่ามีความเป็นด่างสูง
 ซึ่งโดยทั่วไปแล้วดินมักจะมีค่าความเป็นกรดอยู่ที่ 3 และมีค่าความเป็นด่างอยู่ที่ 10 โดยมีปัจจัย
 แวดล้อมอย่างสารอาหารที่ดินได้รับ เช่น ซากพืช ซากสัตว์ ที่ทับถม และปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยต่อ
 ปีเป็นส่วนประกอบ

ซึ่งดินที่มีค่า pH ประมาณ 6.5 จะเป็นดินที่ปลูกต้นไม้ได้ดีที่สุด เพราะมีค่าค่อนข้างเป็นกลาง
 แต่จะมีพืชบางชนิด เช่น บลูเบอร์รี่, ชวนชม, ดอกพุด ที่จะเจริญเติบโตได้ดีในค่าความเป็นกรด จึง
 ต้องใช้ดินที่มีค่า pH อยู่ที่ 4.5-5.5 เป็นต้น เรียกว่าหาก่อนปลูกต้นไม้ มีการศึกษาเรื่องค่า pH ในดิน
 ไว้แต่แรก ต้นไม้ก็จะเจริญเติบโตได้ดีขึ้น

(ที่มา : <https://home.kapook.com/view65824.html>)

นักเรียนคนที่ 2 : ค่า pH มีผลโดยตรงต่อการละลายและปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ในดิน การ
 ตรวจ วัดค่า pH และปรับสภาพ pH ในดิน ให้เหมาะสมกับการปลูกพืชแต่ละชนิด จะทำให้พืชที่
 เพาะปลูกเจริญเติบโตได้ดี ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ตารางข้างล่างนี้เป็นค่า pH ที่เหมาะสมกับการปลูก
 พืชบางชนิด ที่ทางทีมงานได้รวบรวมไว้เป็นบางส่วน เผื่อจะตรงกับพืช ผัก ผลไม้ ที่ปลูกอยู่ และ
 นำไปใช้ตรวจสอบค่า pH ที่เหมาะสมภายในดิน

ตารางค่าพีเอช (PH) ดินของพืชต่างๆ							
ชนิดพืช	ค่า PH	ชนิดพืช	ค่า PH	ชนิดพืช	ค่า PH	ชนิดพืช	ค่า PH
กระเจียน	6.0-6.5	ชา	4.5-5.4	ผักกาดหัว	6.0-7.0	มันฝรั่ง	5.5-6.5
กระเจียนเขียว	6.0-6.8	ขมิ้น	6.5-7.0	ผักสลัด	6.0-7.0	มันสำปะหลัง	6.5-7.0
กล้วย	6.5-7.0	แตงกวา	5.5-7.0	เผือก	5.5-6.5	ยางพารา	4.5-5.4
กะหล่ำดอก	6.0-7.0	แตงโม	5.5-6.5	ฟัก	5.5-6.5	ยาสูบ	5.3-6.4
กะหล่ำปลี	6.5-7.0	ถั่วฝักยาว	5.5-6.7	พริก	5.5-7.0	สตอเบอรี่	4.5-5.4
กุยช่าย	6.0-7.0	ถั่วแขก	5.5-7.0	พริกไทย	6.5-7.0	ต้น	4.5-5.4
กบเพ	4.5-5.4	ถั่วลิสง	5.5-6.4	พริก	6.0-7.5	ต้นโอ	5.5-7.0
ข้าว	4.5-5.4	ถั่วลิสง	6.0-7.5	พริกทอง	5.5-7.5	ต้นมะระ	4.5-5.5
ข้าวโพด	5.5-7.0	ถั่วเหลือง	5.5-7.0	มะกอก	<4.5	หญ้า	5.5-7.0
ข้าวฟ่าง	5.5-7.0	ทานตะวัน	6.5-7.0	มะเขือ	5.5-6.5	หน่อไม้ฝรั่ง	6.0-8.0
ข้าวตาลี	4.5-5.4	ทุเรียน	5.5-6.5	มะเขือเทศ	6.0-6.8	หอมก้นคัน	6.0-7.0
ขนุน	5.5-7.5	ปวยล้ง	6.0-7.5	มะลิ	<4.5	หอมหัวใหญ่	6.0-7.0
คื่นช่าย	6.0-7.0	ปอ	6.5-7.0	มะนาว	5.5-6.4	หอมแดง	5.0-6.5
แคนตาลูป	6.0-6.5	ปอเทือง	4.5-5.4	มะม่วง	5.5-6.4	หัว	6.9-7.3
แครอท	4.5-5.4	ผักกาดหอม	6.0-7.0	มันเทศ	5.3-5.7	อ้อย	6.0-7.5

(ที่มา : <https://bbpowershop.com/2019/04/05/ph-for-plant/> และ

<http://kasetfusion.lnwsop.com/>)

จากข้อสรุปข้างต้น จงพิจารณาข้อสรุปของใครมีความน่าเชื่อถือที่สุด

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	คำตอบ
2	นักเรียนคนที่ 2
0	คำตอบอื่น ๆ และไม่ตอบ

คำถามที่ 10 เพราะเหตุใดข้อสรุปของนักเรียนดังกล่าวที่น่าเชื่อถือ

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	คำตอบ
2	การแสดงผลข้อมูลการสืบค้น ที่น่าเชื่อถือกว่า
0	คำตอบอื่น ๆ และไม่ตอบ

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครู

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครู

รายวิชาเคมี ว 32224 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส

เรื่องจำนวน.....ชั่วโมง

ผู้สอน : นางสาวอนาวิต สิ้นสิงห์

โรงเรียนวังไทร

วิทยาคม

คำชี้แจง โปรดเขียนเครื่องหมาย \checkmark ลงในช่องที่ตรงกับระดับการประเมิน

- ระดับการประเมิน 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง
2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย
1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ความเหมาะสม					ความคิดเห็น
	5	4	3	2	1	
ขั้นการระบุภาระงานและถามคำถามนำ						
1. กระตุ้นความสนใจของนักเรียนในเรื่องหัวข้อหรือประเด็นปัญหา						
2. ประเด็นปัญหาที่มีความชัดเจน						
3. มีการเชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้เดิม						
ขั้นการออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล						
4. ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดพิจารณาอย่างมีเหตุผล						
5. นักเรียนมีการสืบเสาะความรู้ ออกแบบและเก็บรวบรวมข้อมูล						
ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว						

รายการประเมิน	ความเหมาะสม					ความคิดเห็น
	5	4	3	2	1	
6. นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวที่ประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล						
ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง						
7. นักเรียนนำเสนอข้อโต้แย้งพร้อมให้เหตุผล						
8. นักเรียนมีการนำเสนอหลักฐานในกิจกรรมการ โต้แย้ง						
ขั้นอภิปรายผล						
9. นักเรียนและครูอภิปรายความรู้เกี่ยวกับ ประเด็นที่ศึกษาร่วมกัน						
ขั้นการเขียนรายงานผลการตรวจสอบ						
10. นักเรียนเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ สถานการณ์ที่กำหนด พร้อมให้เหตุผลและแสดง หลักฐาน						
ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน						
11. นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความเห็นซึ่งกันและ กัน						
ขั้นการปรับปรุงและส่งงาน						
12. นักเรียนปรับปรุงแก้ไขรายงานของตนเอง						

เกณฑ์การตัดสินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้

คะแนน 50 – 60 หมายถึง ดีมาก

คะแนน 40 – 49 หมายถึง ดี

คะแนน 30 – 39 หมายถึง พอใช้

คะแนน 15 – 29 หมายถึง ควรปรับปรุง

สรุปผลการประเมิน

ระดับความเหมาะสม

ดีมาก

ดี

พอใช้

ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)

(.....)

ภาคผนวก ฅ ตัวอย่างแบบบันทึกประสบการณ์เรียนของนักเรียนหลังเรียน

แบบบันทึกประสบการณ์การเรียนรู้

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....
เรื่อง.....วันที่ประเมิน.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามหัวข้อต่อไปนี้

1. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้หรือไม่ อย่างไร

.....
.....
.....

2. นักเรียนพบว่าปัญหาหรืออุปสรรคในการจัดการเรียนรู้หรือไม่ อย่างไร

.....
.....
.....

3. เมื่อนักเรียนทราบสถานการณ์ที่จะต้องแก้ไขปัญหา นักเรียนมีวิธีการอย่างไรบ้างในการลง
ข้อสรุป

.....
.....
.....

4. นักเรียนมีวิธีการให้เหตุผลอย่างไรบ้าง

.....
.....
.....

5. ข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....

ภาคผนวก ญ ตัวอย่างรายงานการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน

รายงานการสำรวจตรวจสอบ
เรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับกรด - เบส

ชื่อ - สกุล ชั้น เลขที่

คำชี้แจง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จุดประสงค์การสำรวจ

.....
.....
.....
.....
.....

2. วิธีการสำรวจตรวจสอบ

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. การพยากรณ์คำตอบพร้อมเหตุผล

.....
.....
.....
.....

4. ผลการสำรวจ / ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ข้อมูล หรือหลักฐาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. ข้อเสนอแนะและการให้เหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. อ้างอิง

.....

.....

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล	อนาวิต ลินสิงห์
วัน เดือน ปี เกิด	23 สิงหาคม 2535
ที่อยู่ปัจจุบัน	132/1 หมู่ 6 ตำบลสระแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร 62000
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนวังไทรวิทยาคม 223 หมู่ 2 ตำบลวังไทร อำเภอคลองขลุง จังหวัดกำแพงเพชร 62120
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครูผู้ช่วย
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ. 2560	โรงเรียนบ้านใหม่สามัคคี หมู่ 7 บ้านบ้านใหม่ฤทธิเจริญ ตำบลคณสี อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร 62000
พ.ศ. 2561	โรงเรียนวังไทรวิทยาคม 223 หมู่ 2 ตำบลวังไทร อำเภอคลองขลุง จังหวัดกำแพงเพชร 62120
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2558	กศ.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยนเรศวร