

การส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส
โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
สิงหาคม 2562
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

ทุนสนับสนุนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์
และคณิตศาสตร์ (สควค.)



ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวรัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ ด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง และช่วยตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จนทำให้ได้ผลการศึกษาวิทยานิพนธ์ที่มีความสมบูรณ์และเกิดคุณค่า

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.น้ำฝน คุณเจริญไพศาล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรียพร สว่างเมฆ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความกรุณาตรวจสอบและพิจารณาวิทยานิพนธ์ ให้มีความสมบูรณ์และทรงคุณค่ามากขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คุณครูพิกุล คำภีระปาวงค์ และดร.สุรียา ชาปู้ ที่ช่วยตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้ได้ผลการศึกษาวิทยานิพนธ์ที่มีความสมบูรณ์ รวมทั้งคณะครู และนักเรียนผู้เข้าร่วมวิจัยทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีในการเดินทางไปทำการวิจัย และเก็บข้อมูล

ขอกราบขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่มีส่วนส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสพัฒนาความรู้ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และสนับสนุนทุนในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีและผู้ที่เกี่ยวข้องบ้างไม่มากก็น้อย

ธัญกมล ศักดิ์สูง

| | |
|-------------------------|---|
| ชื่อเรื่อง | การส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วย กลวิธีการโต้แย้งสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 |
| ผู้วิจัย | ธัญกมล ศักดิ์สูง |
| ประธานที่ปรึกษา | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ |
| กรรมการที่ปรึกษา | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวรัตน์ เชื้อขวด ชัยสิทธิ์ |
| ประเภทสารนิพนธ์ | วิทยานิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2562 |
| คำสำคัญ | การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ กรด-เบส |

บทคัดย่อ

งานวิจัยปฏิบัติการเชิงคุณภาพนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส และ 2) เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส กลุ่มศึกษา คือ นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 31 คน เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน 2) แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 3) รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ 4) ชิ้นงานโต้แย้งชั่วคราว และ 5) แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการโดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) โดยมีความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพจากการตรวจสอบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูลและด้านวิธีการ

ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้ ในขั้นการระบุภาระงานและถามคำถาม การยกตัวอย่างสถานการณ์จริงที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวัน การใช้สื่อที่มีความหลากหลาย และควรนำเสนอประเด็นที่ต้องชัดเจน ช่วยให้ นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาและตั้งสมมติฐานจากภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ ขั้นการ

ออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูลควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบการเก็บข้อมูล ออกแบบการทดลอง เลือกวิธีการเก็บหรือวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตัวเอง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และในขั้นกิจกรรมการโต้แย้งทำให้นักเรียนสามารถแยกแยะได้ว่า ข้อโต้แย้งใดเป็นข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หรือข้อโต้แย้งที่พิจารณาจากหลักฐานอื่น ๆ รวมถึงสามารถตัดสินใจเลือกที่จะนำความรู้ หลักฐานจากการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ โดยมีการอ้างอิงหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถืออย่างสมเหตุสมผล หลังจากการโต้แย้งครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปข้อมูลร่วมกันในขั้นการอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ จากนั้นให้นักเรียนเขียนรายงานประเมินรายงานของเพื่อน และปรับปรุงรายงานของตนเองในขั้นการเขียนรายงานผลการตรวจสอบขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน และขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน ตามลำดับ โดยการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้ส่งผลให้นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหา ตั้งสมมติฐาน ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ โดยการสืบเสาะหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและมีความสอดคล้องกับประเด็นปัญหา และใช้ข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือมาอ้างอิงตัดสินใจในการสรุปอย่างสมเหตุสมผล และ 2) ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับผลแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส โดยนักเรียนมีระดับความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับมากถึง 3 ด้าน คือ ด้านทักษะการนิยามสูงที่สุด ร้อยละ 77.42 รองลงมา คือ ด้านทักษะการตัดสินใจข้อมูล และ ด้านทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล ร้อยละ 67.74 และ 61.29 ตามลำดับ

Title ENHANCING GRADE 11 STUDENTS' SCIENTIFICALLY
CRITICAL THINKING ABILITY THROUGH ARGUMENT-DRIVEN
INQUIRY ON ACID-BASE TOPIC

Author Thankamon Saksoong

Advisor Assistant Professor Skonchai Chanunan, Ed.D.

Co - Advisor Assistant Professor Wipharat Chuachuad Chaiyasith, Ph.D.

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

Keywords Argument-Driven Inquiry, scientifically critical thinking ability,
acid-base



ABSTRACT

The objectives of this action research were 1) to study ways to implement the learning management of Argument-Driven Inquiry (ADI) model for enhancing scientifically critical thinking ability in the topic of acid-base and 2) to investigate the effect of Argument-Driven Inquiry (ADI) model of learning management on students' scientifically critical thinking ability in learning the topic of acid-base. The participants were 31 grade 11th students of the Science, Mathematics and Technology program from one of the schools in Phitsanulok province in the 2018 academic year. The research instruments consist of 1) the three developed lesson plans, which were designed based on argument-driven inquiry model, 2) reflective learning management form, 3) the investigation report, 4) the worksheet of a tentative argument and 5) writing test of the scientifically critical thinking ability on acid-base test. This study was conducted in three consecutive times as the cycle and all the research instruments were used during each cycle. The obtained data were analyzed by a content analysis method. Then Those data were validated and checked for the reliability of qualitative research by resource triangulation and method triangulation.

The research results reveal that 1) the ADI model based learning management for enhancing scientifically critical thinking ability should have the characteristics that are

described as follows. In the step of the identification of the task, guiding question steps, showing of real-life situations that students encounter in everyday life, using various media, and presenting the issues that must be clear could help students identify issues and make assumptions from the assignment. While in the step of designing a method and collecting data, students should be given opportunities to design their own ways for data collection, to design their experiment, to choose how to collect or analyze data by themselves, and then use the information obtained to construct a tentative argument in the analyzed data and develop a tentative argument and in the argumentation session step, the argument allows students to distinguish that which arguments are scientific arguments or arguments based on other evidences, including the ability to decide to apply the knowledge, evidence from the use of reliable scientific process skills with reference to the evidence that is reasonably reliable. After the argument, teachers and students together discuss and summarize information together in the explicit and reflective discussion step. Then, students should be asked to write an evaluating a friend's report and improve their own report in the writing investigation report step as part of the double-blind group peer review step and then revising and submitting the report step respectively. As a result, this could help students identify issues, make assumptions appropriate to the situation and then use reliable scientific evidence to refer to reasonable decisions. 2) The students' scientific critical thinking ability had developed progressively as they learnt through the ADI model based learning management on acid-base. The students had scientific critical thinking ability at high level in all three sub-skills. The highest developed skill is the definition skill, 77.42 percent, followed by the skills of judging, information and reference skills in problem solving and reasoning, 67.74 percent and 61.29 percent respectively.

สารบัญ

| บทที่ | หน้า |
|--|------|
| 1 บทนำ..... | 1 |
| ความเป็นมาของปัญหา..... | 1 |
| คำถามวิจัย..... | 5 |
| จุดประสงค์ของการวิจัย..... | 5 |
| ขอบเขตของการวิจัย..... | 5 |
| นิยามศัพท์เฉพาะ..... | 6 |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 10 |
| หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระ การเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (2552)..... | 11 |
| ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์..... | 23 |
| การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง.... | 40 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 75 |
| 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... | 79 |
| กลุ่มศึกษา..... | 79 |
| บริบทของห้องเรียน..... | 79 |
| สิ่งที่ศึกษา..... | 80 |
| รูปแบบการวิจัย..... | 80 |
| เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... | 81 |
| ขั้นตอนการดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... | 82 |
| การเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 93 |
| การวิเคราะห์ข้อมูล..... | 97 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|--|------|
| 4 ผลการวิจัย..... | 100 |
| ตอนที่ 1 ผลการวิจัยแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนด้วยกลวิธี การโต้แย้งในการส่งเสริมความสามารถ ในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5..... | 101 |
| ตอนที่ 2 ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วย กลวิธีการโต้แย้งต่อความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทาง วิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5..... | 128 |
| 5 บทสรุป..... | 159 |
| สรุปผลการวิจัย..... | 159 |
| อภิปรายผลการวิจัย..... | 163 |
| ข้อเสนอแนะ..... | 170 |
| บรรณานุกรม..... | 172 |
| ภาคผนวก..... | 180 |
| ประวัติผู้วิจัย..... | 232 |

สารบัญตาราง

| ตาราง | หน้า |
|---|------|
| 1 แสดงโครงสร้างรายวิชา ว30223 เคมี 3 | 19 |
| 2 แสดงบทบาทของครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการ สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง..... | 71 |
| 3 แสดงชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ ประเด็นในการโต้แย้ง และจำนวนชั่วโมงเรียน..... | 83 |
| 4 แสดงการวิเคราะห์ห้ออกแบบแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทาง วิทยาศาสตร์แบบเขียนตอบอิสระ..... | 89 |
| 5 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อน ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ชั้นที่ 1 การระบุภาระงานและ ถามคำถาม..... | 117 |
| 6 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อน ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ชั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบ และการเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 118 |
| 7 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อน ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ชั้นที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อ โต้แย้งชั่วคราว..... | 120 |
| 8 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อน ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ชั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง..... | 122 |
| 9 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อน ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ชั้นที่ 5 การอภิปรายผลที่ชัดเจนและ การสะท้อนกลับ..... | 124 |
| 10 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อน ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ชั้นที่ 6 การเขียนรายงานผล การตรวจสอบ..... | 125 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตาราง | หน้า |
|--|------|
| 11 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ชั้นที่ 7 การตรวจสอบโดยเพื่อน..... | 126 |
| 12 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ชั้นที่ 8 การปรับปรุงและส่งรายงาน..... | 128 |
| 13 แสดงผลการเปรียบเทียบโดยภาพรวมของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส..... | 129 |



สารบัญภาพ

| ภาพ | หน้า |
|---|------|
| 1 แสดงความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละชั้นของการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง..... | 74 |
| 2 แสดงขั้นตอนของกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในงานวิจัยครั้งนี้..... | 81 |
| 3 แสดงนักเรียนร่วมกันออกแบบวิธีการตรวจสอบ และการเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 104 |
| 4 แสดงการโต้แย้งชั่วคราวภายในกลุ่ม..... | 107 |
| 5 แสดงการนำเสนอการอภิปรายของตนเองโดยใช้กระดาษปฐพี..... | 108 |
| 6 แสดงผลวิจัยตามทักษะด้านต่าง ๆ ของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการที่ 1..... | 131 |
| 7 แสดงตัวอย่างการนิยามประเด็นปัญหากลุ่ม 1 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1..... | 132 |
| 8 แสดงตัวอย่างการนิยามประเด็นปัญหากลุ่ม 5 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1..... | 133 |
| 9 แสดงหลักฐานจากการทดลองกลุ่ม 2 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1..... | 135 |
| 10 แสดงหลักฐานจากการทดลองกลุ่ม 5 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1..... | 135 |
| 11 แสดงการอ้างอิงและสรุปจากการทดลองกลุ่ม 2 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1..... | 137 |
| 12 แสดงผลวิจัยตามทักษะด้านต่าง ๆ ของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการที่ 2..... | 137 |
| 13 แสดงตัวอย่างการนิยามประเด็นปัญหากลุ่ม 3 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2..... | 139 |
| 14 แสดงตัวอย่างการนิยามประเด็นปัญหากลุ่ม 1 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2..... | 139 |
| 15 แสดงหลักฐานจากการสืบค้นกลุ่ม 2 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2..... | 141 |
| 16 แสดงหลักฐานจากการสืบค้นกลุ่ม 4 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2..... | 141 |
| 17 แสดงการอ้างอิงและสรุปจากการสืบค้นกลุ่ม 5 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2..... | 143 |
| 18 แสดงการอ้างอิงและสรุปจากการสืบค้นกลุ่ม 1 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2..... | 143 |
| 19 แสดงผลวิจัยตามทักษะด้านต่าง ๆ ของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการที่ 3..... | 144 |

สารบัญญภาพ (ต่อ)

| ภาพ | | หน้า |
|-----|---|------|
| 20 | แสดงตัวอย่างการนิยามประเด็นปัญหากลุ่ม 4 ของวงจรปฏิบัติการที่ 3..... | 146 |
| 21 | แสดงหลักฐานจากการสืบค้นกลุ่ม 1 ของวงจรปฏิบัติการที่ 3..... | 147 |
| 22 | แสดงการอ้างอิงและสรุปจากการสืบค้นกลุ่ม 3 ของวงจรปฏิบัติการที่ 3..... | 149 |
| 23 | แสดงผลวิจัยตามทักษะด้านต่าง ๆ ของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ ทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ | 150 |
| 24 | แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิด เชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับมากในด้านทักษะการนิยาม..... | 151 |
| 25 | แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิด เชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางในด้านทักษะการนิยาม..... | 152 |
| 26 | แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิด เชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับน้อยในด้านทักษะการนิยาม..... | 153 |
| 27 | แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิด เชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับมากในด้านทักษะการตัดสินใจ..... | 154 |
| 28 | แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิด เชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางในด้านทักษะการตัดสินใจ..... | 155 |
| 29 | แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิด เชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับน้อยในด้านทักษะการตัดสินใจ..... | 156 |
| 30 | แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิด เชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับมากในด้านทักษะการอ้างอิง ในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล..... | 157 |
| 31 | แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิด เชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางในด้านทักษะการอ้างอิง ในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล..... | 157 |

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพ

หน้า

- 32 แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิด
เชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับน้อยในด้านทักษะการอ้างอิง
ในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล..... 158



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันสถานศึกษาให้ความสำคัญต่อการพัฒนาและส่งเสริมการคิดให้แก่ผู้เรียนมากยิ่งขึ้น การพัฒนาความสามารถด้านการคิดนี้เป็นเจตนารมณ์และจุดหมายที่สำคัญประการหนึ่งของการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานซึ่งปรากฏในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 หมวด 4 มาตรา 24(2) (3) ให้มีการฝึกทักษะ การคิด คิดเป็น และปรากฏอยู่ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553, 2553, น. 1) มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างพื้นฐานการคิด และมีการคิดในระดับสูงให้แก่ผู้เรียนเป็นเงื่อนไขความสำเร็จในการจัดการศึกษารวมถึงมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐานในมาตรฐานที่ 4 ระบุให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ คิดสร้างสรรค์ ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างมีสติสมเหตุผล ตลอดจนการสร้างองค์ความรู้ที่เกิดจากการจัดสภาพแวดล้อม สังคมแห่งการเรียนรู้ปัจจัยที่ส่งเสริมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต นอกจากนี้จากการที่พลเมืองในศตวรรษที่ 21 ใช้ชีวิตอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เต็มไปด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สื่อใหม่เกิดขึ้นมากมายและนับวันจะมีอิทธิพลและบทบาทต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้คนในสังคม โดยเฉพาะในกลุ่มของเด็กและเยาวชน ในยุคใหม่นี้ ยูเนสโกสนับสนุนการเรียนรู้เท่าทันสื่อและข่าวสาร โดยเห็นว่าเป็นศักยภาพที่จำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตและทำงานในทุกวันนี้ (UNESCO, 2012 อ้างถึงใน จินตนา ต้นสุวรรณนนท์, 2560, น. 4) ดังนั้นจากทักษะดังกล่าว วิจารณ์ พานิช (2555) ยังได้กล่าวถึงคุณลักษณะพลเมืองที่พึงปรารถนาในโลกศตวรรษที่ 21 ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทางการสื่อสารได้พัฒนาไปมาก ข้อมูลข่าวสารที่เข้ามาในแต่ละวันมีมากมายท่วมท้น ทั้งที่เป็นเรื่องจริง และปรุงแต่งขึ้น การมีทักษะการคิด วิจารณ์ญาณจึงเป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็น คือ รู้จักคิด รักการเรียนรู้ มีสำนึกพลเมือง กล่าวหาญทางจริยธรรม มีความสามารถ ในการแก้ปัญหา ปรับตัว สื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดชีวิต

การคิดเชิงวิพากษ์เป็นหนึ่งในทักษะสำคัญของผู้เรียนตามกรอบแนวคิดสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Framework for 21st Century Learning) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้และการคิด โดยเป็นหนึ่งในสามปัจจัยหลักของความฉลาดของมนุษย์ กล่าวคือ เป็นทักษะสำคัญที่ทุกคนจำเป็นต้องมีเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Tishman, Perkins, & Jay, 1995)

อ้างถึงใน อาจารย์ สุวัฒน์พงษ์, 2559, น. 282) และเนื่องจากสภาพสังคมโลกในปัจจุบันเป็นยุคโลกาภิวัตน์ความเจริญก้าวหน้าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้มีการพัฒนาขึ้นตามลำดับและพัฒนาไปอย่างต่อเนื่องสภาพสังคมไทยได้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วส่งผลให้สังคมมีความซับซ้อนและเกิดปัญหาใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นมากมาย ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อทัศนคติและการดำรงชีวิตของคนไทย การที่จะดำเนินชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุขและรู้เท่าทันต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงนั้นเป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นจึงจำเป็นที่คนในชาติจะต้องมีความรู้ที่ถูกต้องเหมาะสมตลอดจนมีความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์โดยเฉพาะการนำเอาความรู้ หลักฐาน และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือเพื่อประกอบการตัดสินใจในชีวิตประจำวัน ว่าสิ่งไหนถูกต้อง สิ่งไหนไม่ถูกต้อง โดยใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาอธิบาย นั่นก็คือ การคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์

เนื่องมาจากทักษะการคิดเชิงวิพากษ์นั้นเป็นเรื่องใหม่ในสังคมไทย นโยบายด้านการศึกษาด้านการบริหารวิชาการเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ยังไม่ชัดเจนนัก จึงทำให้สภาพปัจจุบันของการบริหารวิชาการเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาโดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ในขณะที่สภาพที่พึงประสงค์ของการบริหารวิชาการเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่าผู้บริหารโรงเรียน รวมถึงครูและนักเรียน เล็งเห็นความสำคัญของการบริหารวิชาการเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษา (อาจารย์ สุวัฒน์พงษ์, 2559, น. 288)

จากการสนทนากลุ่ม (focus group) ของนักเรียนทั้งหมด 31 คน ที่ผู้วิจัยรับผิดชอบจัดการเรียนรู้ในวิชาเคมี โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10-11 คน จากการสุ่มอย่างง่ายในการสนทนาเรื่อง ป้อน้ำศักดิ์สิทธิ์ดื่มรักษาโรค ดำเนินการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความสามารถในการใช้ความรู้ หลักฐาน และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อมาตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาที่มีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนขาดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้ง จากการสัมภาษณ์ครูพี่เลี้ยง จำนวน 1 คน ซึ่งเป็นครูผู้สอนในรายวิชาเคมีที่มีประสบการณ์สอนมากกว่า 5 ปี พบว่า ในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนครูผู้สอนส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับคำตอบมากกว่ากระบวนการ ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้จะเน้นการทำแบบฝึกหัดเพื่อหาคำตอบ และนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เกิดการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ เมื่อมีสถานการณ์ใหม่ ๆ มาให้ตัดสินใจ นักเรียนไม่สามารถตัดสินใจโดยการคิดอย่างรอบคอบด้วยเหตุผลได้ จะใช้เพียงความรู้สึกใน

การคาดเดาคำตอบเท่านั้น ซึ่งที่ผ่านมากการจัดการเรียนรู้มักดำเนินตามกระบวนการป้อนเนื้อหาให้นักเรียนทำความเข้าใจ จดจำ แล้วทำแบบฝึกหัด ซึ่งใช้ได้เฉพาะเด็กที่มีความจำดีเท่านั้น โดยผู้เรียนแทบไม่มีโอกาสได้ใช้ศักยภาพสมองเพื่อหาคำตอบ แต่ใช้สมองในการจำมากกว่า

จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนวิชาเคมีที่ผ่านมา พบว่า เนื้อหาเรื่องกรด-เบสเป็นเนื้อหาหนึ่งที่สำคัญในการเรียนวิชาเคมี ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความซับซ้อน และมีโจทย์ปัญหาที่ต้องใช้หลายทฤษฎีและต้องใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องในหลายเรื่องมาเชื่อมโยงกัน เช่น ปริมาณสัมพันธ์ สารละลาย สมดุลเคมี และอัตราการเกิดปฏิกิริยา เป็นต้น และเนื่องด้วยธรรมชาติของวิชาเคมีนั้นเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้าง สมบัติ และการเปลี่ยนแปลงของสสาร (Gilbert, 2006) ประกอบไปด้วยระดับมหภาค อนุภาค และสัญลักษณ์ ซึ่งมีความเป็นนามธรรมและยากต่อความเข้าใจ (Gabel, 1999) โดยลักษณะที่เป็นนามธรรมดังกล่าวนี้ไม่สามารถที่จะสังเกตเห็นหรือสัมผัสได้ จึงทำให้ยากต่อ ความเข้าใจในเนื้อหาของผู้เรียน (Osborne and Collins, 2000) หากนักเรียนมีความรู้ด้านเนื้อหาทฤษฎีเพียงอย่างเดียว แต่ไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ก็จะไม่เกิดประโยชน์ใด ๆ ดังนั้นสิ่งที่ทำให้นักเรียนเรียนเนื้อหากรด-เบสได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น คือการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสได้ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลหลักฐาน วิเคราะห์ สังเคราะห์ แล้วนำความรู้ไปใช้ในการอธิบายหรือลงข้อสรุปต่าง ๆ โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผลได้ (Berland, & Reiser, 2008) รวมถึงการที่ต้องนำความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส ไปเชื่อมโยงเพื่อพิจารณาตัดสินใจในการแก้ปัญหาในชีวิต

ในปัจจุบันนักการศึกษากำลังให้ความสนใจกับแนวความคิดโต้แย้งเพื่อการเรียนรู้ และการเรียนรู้ที่จะโต้แย้งอย่างมีเหตุผล เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้แบบโต้แย้งนี้จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น ส่งเสริมการใช้ประจักษ์พยานที่น่าเชื่อถือ และเป็นการส่งเสริมการทำงานแบบร่วมมือ การโต้แย้งที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีจุดประสงค์หลักเพื่อให้นักเรียนได้รวบรวมข้อมูล หลักฐาน และองค์ความรู้ต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นการโต้แย้งอย่างผู้มีปัญญาและช่วยส่งเสริมบุคลิกภาพที่ดีงาม (กมลรัตน์ ฉิมพาลี, 2558 อ้างถึงใน วรรณพงษ์ สุทธิเวศน์วรากล, 2559, น. 5) การโต้แย้งถือว่าเป็นกระบวนการสำคัญในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้หากพิจารณาด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจะพบว่า ในปัจจุบันมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ ได้ตระหนักถึงบทบาทของการโต้แย้งที่มีต่อการส่งเสริมการสืบเสาะหาความรู้โดยได้กล่าวว่า “วิทยาศาสตร์ คือ การโต้แย้งและการอธิบายขยายความ” นอกจากนี้ ยังได้มีการแนะนำเพิ่มเติมให้นักเรียนประยุกต์ใช้ผลที่ได้จากการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์และอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

อีกทั้ง ยังลดรายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาเพื่อให้แก่นักเรียนได้มีเวลาในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และการทำความเข้าใจในเชิงลึกมากยิ่งขึ้น ข้อโต้แย้งทางวิชาการเป็นเครื่องมืออีกชนิดหนึ่งที่ครูสามารถนำไปใช้เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียนในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ ซึ่งผลจากการใช้ข้อโต้แย้งทางวิชาการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์ เห็นความซับซ้อนของประเด็นปัญหาที่กำลังศึกษา ฝึกฝนการเป็นผู้ฟังที่ดี และช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสารโดยการแสดงความคิดของตนเองตามหลักวิชาการได้ (วิจารณ์พานิช, 2556 อ้างถึงใน วรรณพงษ์ สุทธิเวสน์วารกุล, 2559, น. 5-6)

นอกจากนี้ พบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาด้านการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และช่วยพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้ดีมากกว่าการทำการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบดั้งเดิม (Sparks, 2013, p. 6) อีกทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งช่วยให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการในการสร้างคำอธิบาย และช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยผ่านการสร้างข้อโต้แย้งอันจะนำไปสู่การแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับความรู้ และความคิดเห็นระหว่างกัน (สันติชัยอนุวัตรชัย, 2553, น. 124-127) และยังพบว่า เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งให้นักเรียนมีการพัฒนาการสืบเสาะหาความรู้ การสร้างข้อโต้แย้ง และการเขียนอย่างสม่ำเสมอ จะส่งผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการสืบค้นเพื่อหาประจักษ์พยาน และพัฒนาการให้เหตุผลซึ่งสามารถช่วยสนับสนุนให้นักเรียนสามารถพิจารณาจากหลักฐานที่มีในการตัดสินใจเพื่อลงข้อสรุปได้ (Walker et al., 2012, p. 80)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับการนำมาใช้เพื่อพัฒนาการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ คือ รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry : ADI) ซึ่งคิดค้นโดย Victor Sampson ในปี ค.ศ. 2009 และปรับปรุงในปี ค.ศ. 2014 มี 8 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นการระบุภาระงานและถามคำถาม 2) ขั้นการออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล 3) ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง 5) ขั้นการอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ 6) ขั้นการเขียนรายงานผลการตรวจสอบ 7) ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน และ 8) ขั้นการปรับปรุงรายงาน (Sampson et al., 2014, p. 3-4) ซึ่งงานวิจัยของ วรรณญา จำปามูล (2555) พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งในบริบทของการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์สามารถช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาและส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลให้นักเรียนได้

จากความสำคัญและสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ ในเนื้อหากรด-เบส รายวิชาเคมี 3 รหัสวิชา ว30223 ให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

คำถามวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ควรมีแนวทางอย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้อย่างไร

จุดประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของการศึกษานี้มี 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านแหล่งข้อมูล ด้านสิ่งที่ศึกษา และด้านระยะเวลา ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษานี้ คือ หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง กรด-เบส ซึ่งเป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งของรายวิชาเคมี 3 (ว 30223) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามโครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 แบ่งเนื้อหาเป็น 3 เรื่อง ได้แก่ pH ของสารละลาย ปฏิกริยาของกรดและเบส และสารละลายบัฟเฟอร์ โดยครอบคลุมผลการเรียนรู้ ดังนี้

- 1.1 อธิบายการเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุลของน้ำเมื่อเติมกรดหรือเบส พร้อมทั้งคำนวณหาความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- ในสารละลายได้ปฏิกริยาของกรดและเบส

1.2 คำนวณหา pH ของสารละลายเมื่อทราบความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- และบอกความเป็นกรด-เบสของสารละลายจากค่า pH ได้

1.3 อธิบายการเกิดเกลือจากปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส และกรดหรือเบสกับสารบางชนิด พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาและบอกสมบัติของเกลือที่เกิดขึ้น

1.4 อธิบายความหมายของปฏิกิริยาการสะเทิน พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้

1.5 อธิบายการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือในน้ำ พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้

1.6 อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเติมกรดหรือเบสลงในระบบบัฟเฟอร์ เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาการควบคุม pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ได้

2. ด้านแหล่งข้อมูล

กลุ่มศึกษา คือ นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามโครงการพิเศษเน้นวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยี (SMAT) ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 31 คน และเป็นนักเรียนในห้องที่ผู้วิจัยรับผิดชอบในการจัดการเรียนรู้

3. ด้านสิ่งที่ศึกษา

สิ่งที่ศึกษา ประกอบด้วย

3.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

3.2 ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส

4. ด้านระยะเวลา

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดไตร่ตรองพิจารณาประเด็นสำคัญของประเด็นปัญหาทั้งที่ปรากฏและไม่ปรากฏโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาตัดสินข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา โดยพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น การทดลอง การรวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ เพื่อลงข้อสรุปขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล สามารถวัดได้จากรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ชิ้นงานโต้แย้ง

ชั่วคราว และแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาโดยผู้วิจัย สามารถวัดได้จากด้านทักษะ ซึ่งมีองค์ประกอบ ดังนี้

1.1 ทักษะการนิยาม หมายถึง ความสามารถในการระบุจุดสำคัญของประเด็น ปัญหา ข้อสรุป ระบุเหตุผลทั้งที่ปรากฏและไม่ปรากฏ การตั้งคำถามที่เหมาะสมในสถานการณ์ การระบุเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้น

1.2 ทักษะการตัดสินข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการตัดสินข้อมูล การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การตัดสินที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา การพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น จากแหล่งข้อมูล โดยใช้ข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ

1.3 ทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล หมายถึง ความสามารถในการอ้างอิงตัดสินใจในการสรุปอย่างสมเหตุสมผล การสรุปแบบอุปนัยและแบบนิรนัยที่มีความตรงในการทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นตามมาอย่างน่าเชื่อถือ โดยใช้ข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ

2. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry) หมายถึง การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีที่เน้นให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกัน เป็นกลุ่มในการสืบเสาะหาความรู้ พิจารณาหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้สืบค้นมา และใช้ความรู้ เรื่องกรด-เบส ในหัวข้อเรื่อง pH ของสารละลาย ปฏิริยาของกรดและเบส สารละลายบัฟเฟอร์ แล้วทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์ แล้วทำการตัดสินเพื่อนำมาสู่การลงข้อสรุปพร้อมให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ประกอบ ซึ่งปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ของ Sampson et al. (2014) มีขั้นตอน ดังนี้

2.1 การระบุภาระงานและถามคำถาม (Identification of the Task and the Guiding Question) คือ การนำเข้าสู่ภาระงานในเรื่อง กรด-เบส ซึ่งเป็นภารกิจที่ต้องการให้นักเรียนศึกษา เพื่อสร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่ศึกษาก่อนที่จะมีการระบุภาระงาน โดยครูนำเสนอหัวข้อเรื่อง pH ของสารละลาย ปฏิริยาของกรดและเบส สารละลายบัฟเฟอร์ โดยให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบ และเตรียมคำถามขึ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถไปถึงคำตอบของสิ่งที่กำลังตรวจสอบ และให้นักเรียนได้ตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบของคำถามที่ครูสร้างขึ้น

2.2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบ และการเก็บรวบรวมข้อมูล (Design a Method and Collect Data) คือ การทำงานเป็นกลุ่มของนักเรียนที่มีสมาชิกในกลุ่มประมาณ 5-6 คน แต่ละกลุ่มจะต้องออกแบบวิธีการตรวจสอบ และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล เมื่อออกแบบเสร็จต้องตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูลตามที่กำหนด

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Analyze Data and Develop a Tentative Argument) คือ การให้นักเรียนวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบ ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง รูปภาพ เป็นต้น แล้วประเมินผลการตรวจสอบที่ได้ และใช้ข้อมูลดังกล่าวมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ ปรากฏการณ์ แล้วเขียนลงในกระดาษ โดยข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้ มีองค์ประกอบ 4 ส่วน ได้แก่ 1) คำถามของการตรวจสอบหรือภาระงานที่ครูมอบให้ในขั้นที่ 1 2) ข้อกล่าวอ้าง คือ คำตอบที่ตอบในคำถามนำในขั้นที่ 1 ข้อสันนิษฐาน ข้อยืนยัน สาเหตุหรือคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา 3) หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบหรือผลการทดลองที่ได้ เพื่อสนับสนุนข้อสรุป และ 4) เหตุผล คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อสรุป ซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา ข้อโต้แย้งดังกล่าวเป็นข้อโต้แย้งที่สร้างขึ้น เพื่อใช้สำหรับกิจกรรมการโต้แย้ง

2.4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session) คือ การให้นักเรียนได้ทำการโต้แย้งในห้องเรียน โดยกิจกรรมการโต้แย้งนั้นมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้ง โดยที่แต่ละกลุ่มจะออกมานำเสนอการอภิปรายผลของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนในหัวข้อเรื่อง 1.1) เปรียบเทียบยาลดกรดประเภท Antacids ชนิดน้ำและชนิดเม็ดที่มีส่วนประกอบที่แตกต่างกันว่ายาลดกรดชนิดใดมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน เพื่อเป็นผลในการเลือกซื้อยาลดกรดได้อย่างมีประสิทธิภาพ 1.2) ข้อความที่ผู้โพสเฟซบุ๊กได้โพสว่า “น้ำยาล้างห้องน้ำเมื่อผสมกับน้ำยาฟอกผ้าขาวจะเกิดควันอันตราย” มีความน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร 1.3) นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่าการดื่มน้ำอัลคาไลน์หรือน้ำด่างเพื่อสุขภาพจะช่วยปรับสมดุลความเป็นกรด-ด่างในร่างกายได้ เพราะเหตุใด จากนั้นระบุหลักฐานการได้มาของคำตอบและคำกล่าวอ้างที่นำมาใช้ในการสนับสนุนจากที่เขียนไว้ในกระดาษของแต่ละกลุ่ม โดยมีการสุ่มกลุ่มที่รับฟังในการแสดงความคิดเห็น วิพากษ์โต้แย้ง หรือยอมรับข้อมูลของกลุ่มที่ได้ฟัง 2) ครูนियามคำสำคัญของการโต้แย้งให้เข้าใจตรงกัน 3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้ง 4) นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ที่ร่วมฟังมีการแสดงความคิดเห็นด้วย หรือขัดแย้งต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอ พร้อมให้เหตุผลประกอบ เมื่อจบกิจกรรมการนำเสนอ นักเรียนจะทำการแยกแยะข้อโต้แย้งว่า ข้อโต้แย้งใดตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎี ปรากฏการณ์ (หลักฐาน) หรือข้อโต้แย้งใดที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาอื่น ๆ และนำมาสู่การประเมินข้อโต้แย้งและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน

2.5 การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ (an Explicit and Reflective Discussion) คือ ครูเป็นผู้นำในการอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน เสนอแนวคิด

ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ขาดหายไป และร่วมกับนักเรียนในการแปลงข้อมูล วิเคราะห์ แปลความ และสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลต่อข้อมูลที่ได้มา รวมถึงนักเรียนประเมินผลการตรวจสอบที่ได้จากการทำการตรวจสอบนั้น ๆ และร่วมกันสะท้อนการปรับปรุงงานที่ได้ทำ เพื่อนำไปสู่การปรับวิธีการออกแบบการตรวจสอบในครั้งต่อไป

2.6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ (Write an Investigation Report) คือ การให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล ที่แสดงให้เห็นว่าได้อะไรบ้างจากการเรียนรู้ ในส่วนของการตรวจสอบจากงานที่ได้รับมอบหมาย โดยรายงานผลการตรวจสอบประกอบด้วย 1) วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2) ระบุประเด็นปัญหา 3) ระบุเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้นทางวิทยาศาสตร์ 4) บันทึกผล 5) สรุปและอภิปรายผล 6) ข้อโต้แย้งของนักเรียน และ 8) เอกสารอ้างอิง

2.7 การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-blind Group Peer Review) คือ การให้นักเรียนแต่ละคนตรวจสอบและประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนเป็นรายบุคคล ซึ่งรายงานนั้นต้องไม่ใช่ของเพื่อนในกลุ่มเดียวกันหรือของตนเอง โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่กำหนด และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) โดยครูเป็นผู้รวบรวมรายงานแล้วแจกกลับให้นักเรียน ซึ่งในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นจากการตรวจสอบโดยเพื่อน

2.8 การปรับปรุงและส่งรายงาน (Revise and Submit the Report) คือ การให้นักเรียนแก้ไข ปรับปรุงรายงานผลสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน จากผลการประเมินที่ได้จากกิจกรรม การตรวจสอบโดยเพื่อน จากนั้นส่งรายงานให้กับครูซึ่งจะเป็นผู้ประเมินรายงานคนสุดท้าย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.1 ความนำ วิสัยทัศน์ หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์
 - 1.2 สาระของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.3 มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.4 คำอธิบายรายวิชา / โครงสร้างรายวิชา
 - 1.5 ผลการเรียนรู้
2. ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของการคิดเชิงวิพากษ์
 - 2.2 ทฤษฎีแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิพากษ์
 - 2.3 การเกิดการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคนิคการคิดเชิงวิพากษ์
 - 2.4 ลักษณะความสามารถที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิพากษ์
 - 2.5 การพัฒนาการคิดเชิงวิพากษ์
 - 2.6 ประโยชน์ของการคิดเชิงวิพากษ์
 - 2.7 เครื่องมือวัดการคิดเชิงวิพากษ์
 - 2.8 ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์
3. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
 - 3.1 การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
 - 3.1.1 ความสำคัญของการโต้แย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
 - 3.1.2 ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
 - 3.1.3 ประโยชน์ของการโต้แย้งต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

- 3.1.4 รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง
- 3.2 รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ
 - 3.2.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
 - 3.2.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
 - 3.2.3 ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะ
 - 3.2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
 - 3.4.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
- 3.3 รูปแบบการสอนสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
 - 3.3.1 ความเป็นมาในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
 - 3.3.2 ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
 - 3.3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
 - 3.3.4 เป้าหมายและวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
 - 3.3.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
- 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (2552)

1. ความนำ วิสัยทัศน์ หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์

ความนำ

กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ให้เป็นหลักสูตรแกนกลางของประเทศ โดยกำหนดจุดหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายและกรอบทิศทางในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีคุณภาพชีวิตที่ดีและมีขีดความสามารถในการแข่งขันในเวทีโลก (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544) พร้อมกันนี้ได้รับกระบวนการ พัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ

พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ที่มุ่งเน้น การกระจายอำนาจทางการศึกษา ให้ท้องถิ่นและสถานศึกษาได้มีบทบาทและมีส่วนร่วมในการพัฒนา หลักสูตร เพื่อให้สอดคล้องกับ สภาพและความต้องการของท้องถิ่น

จากการศึกษาวิจัยและติดตามผลการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่ผ่านมาประกอบกับข้อมูลจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 เกี่ยวกับ แนวทางการพัฒนาคนในสังคมไทย และจุดเน้นของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนสู่ ศตวรรษที่ 21 จึงเกิดการทบทวนหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เพื่อนำไปสู่ การพัฒนาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มีความเหมาะสมชัดเจนทั้ง เป้าหมายของหลักสูตรในการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน และกระบวนการนำหลักสูตรไปสู่การ ปฏิบัติในระดับเขตพื้นที่การศึกษาและสถานศึกษา โดยได้มีการกำหนดวิสัยทัศน์ จุดหมาย สมรรถนะ สำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่ชัดเจน เพื่อใช้เป็น ทิศทางในการจัดทำหลักสูตร การเรียนการสอนในแต่ละระดับ นอกจากนี้ได้กำหนด โครงสร้าง เวลาเรียนพื้นฐานของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ในแต่ละชั้นปีไว้ในหลักสูตรแกนกลาง การศึกษา ขั้นพื้นฐาน และได้เปิดโอกาสให้สถานศึกษาเพิ่มเติมเวลาเรียนได้ตามความพร้อมและ จุดเน้น อีกทั้ง ได้ปรับกระบวนการวัดและประเมินผลผู้เรียน เกณฑ์การจบการศึกษาแต่ละระดับ และเอกสาร แสดงหลักฐานทางการศึกษาให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ และมีความ ชัดเจนต่อ การนำไปปฏิบัติ (สำนักวิชาการและมาตรฐาน, 2551)

โรงเรียนมาตรฐานสากลมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ คือ การพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพ เป็นพลโลก โดยมุ่งให้โรงเรียนได้พัฒนาต่อยอดคุณลักษณะของผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีพื้นฐานจิตใจที่ดีงาม มีจิต สาธารณะ มีสมรรถนะ ทักษะและความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการดำรงชีวิต ตลอดจนการพัฒนา เยาวชนของชาติเข้าสู่ยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย ให้มี ทักษะการคิด วิเคราะห์ สร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และ สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติอันจะส่งผลต่อการพัฒนาประเทศแบบยั่งยืน เยาวชนไทยเติบโตในสังคมโลกที่กำลังเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วด้วยเทคโนโลยีและสติปัญญาของ มนุษย์ เมื่อคำนึงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วและองค์ความรู้มหาศาลที่กำลังถูกสร้างขึ้น นักเรียน จำเป็นต้องมีทักษะที่จำเป็นเพื่อเผชิญความเปลี่ยนแปลงและใช้ชีวิต อย่างคุ้มค่า รัฐบาล สหรัฐอเมริกาได้กำหนดให้ทักษะด้านเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ไปสู่ความเป็นเลิศใน ศตวรรษที่ 21 แต่ข้อเสนอจากงานวิจัย enGauge 21st ได้ก้าวไกลกว่านั้น ด้วยการนำเสนอทักษะที่

จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตการเรียนรู้ และการทำงานในยุคเทคโนโลยี ดังนี้ การเรียนรู้ภาษาดิจิทัล การฝึกทักษะความสามารถในการสื่อสารภาษาต่างประเทศ การส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้เรียนมีการคิดประดิษฐ์และสร้างสรรค์งาน สามารถผลิตผลงานที่มีคุณภาพสูงด้วยเหตุผลและความจำเป็นดังกล่าว สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงมุ่งหวังให้โรงเรียนมาตรฐานสากล (World-Class Standard School) ทุกโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการมีการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา

วิสัยทัศน์

มุ่งให้ผู้เรียนพัฒนาตนเอง ให้มีความรู้คู่คุณธรรม ส่งเสริมด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใฝ่เรียนรู้สู่สากล มีทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิต มีจิตสำนึกเพื่อสังคม และอยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข

หลักการ

1. จัดหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานสอดคล้องความต้องการท้องถิ่นอย่างมีคุณภาพ
2. จัดหลักสูตรการศึกษาที่พัฒนาผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ บนพื้นฐานความเป็นไทยและมุ่งมั่นสู่ความเป็นสากล
3. จัดหลักสูตรการศึกษาที่เสริมสร้างคุณธรรม จริยธรรม และมีจิตสำนึกเพื่อสังคม

จุดหมาย

1. ผู้เรียนได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
2. ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ มีความเป็นไทยและมุ่งสู่ความเป็นสากล
3. ผู้เรียนเป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ

สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

หลักสูตรสถานศึกษา มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ การพัฒนาจะทำให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร นักเรียนมีความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต นักเรียนมีความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี นักเรียนมีความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสม และมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรสถานศึกษา มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุขในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของคุณค่าในการปฏิบัติที่แสดงออกถึงการเป็นพลเมืองดีของชาติดำรงไว้ซึ่งเอกลักษณ์ของความเป็นชาติไทย ศรัทธา ยึดมั่นในศาสนา และเคารพเทิดทูนสถาบันพระมหากษัตริย์

2. ซื่อสัตย์สุจริต นักเรียนแสดงออกถึงการยึดมั่นในความถูกต้อง และเห็นคุณค่าของการปฏิบัติที่จะนำไปสู่การพัฒนาจิตใจ ประพฤติตรงตามความเป็นจริงต่อตนเองและผู้อื่น ทั้งกาย วาจา ใจ อยู่ร่วมกันอย่างสงบสุขบนพื้นฐานความเป็นจริง

3. มีวินัย นักเรียนแสดงออกถึงการยึดมั่นในข้อตกลง กฎเกณฑ์ และระเบียบข้อบังคับของครอบครัว โรงเรียนและสังคมเป็นปกติวิสัย ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น รู้จักควบคุมตนเองในการปฏิบัติกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง สม่่าเสมอ เพื่อนำไปสู่การดำเนินชีวิตประจำวันอย่างมีแบบแผนและมีคุณภาพชีวิตในอนาคต

4. ใฝ่เรียนรู้ นักเรียนแสดงออกถึงความตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียน แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนอย่างสม่ำเสมอ ด้วยการเลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสม นำไปสู่การพัฒนาคุณภาพชีวิตได้สอดคล้องกับสภาพจริง

5. อยู่อย่างพอเพียง นักเรียนแสดงออกถึงการดำเนินชีวิตอย่างพอประมาณ มีเหตุผล รอบคอบ มีคุณธรรม มีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี และปรับตัวเพื่ออยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

6. มุ่งมั่นในการทำงาน นักเรียนแสดงออกถึงความตั้งใจและรับผิดชอบในการทำงานหน้าที่การงานด้วยความเพียรพยายาม อดทน รู้จักวางแผนและเลือกแนวปฏิบัติที่จะนำไปสู่จุดมุ่งหมายในการเรียนรู้และการทำงานตามหน้าที่ซึ่งจะส่งผลดีต่อการพัฒนาอาชีพ

7. รักความเป็นไทย นักเรียนแสดงออกถึงความภูมิใจ เห็นคุณค่า ร่วมอนุรักษ์ สืบทอดภูมิปัญญาไทย ขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปวัฒนธรรม ใช้ภาษาไทยในการสื่อสารได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ตระหนักในหน้าที่และความรับผิดชอบต่อส่วนรวมที่มีต่อประเทศชาติ สืบทอดเอกลักษณ์ที่แสดงถึงความเป็นไทยเพื่อนำไปสู่ความสงบเรียบร้อยและดำรงไว้ซึ่งความมีอารยะของชาติ

8. มีจิตสาธารณะ นักเรียนแสดงออกถึงการมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้อื่น ชุมชน และสังคม ด้วยความเต็มใจกระตือรือร้น โดยไม่หวังผลตอบแทน รวมทั้งตระหนักและเห็นคุณค่าของการเสียสละเพื่อประโยชน์ส่วนรวมมากกว่าประโยชน์ส่วนตน

2. สารของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงาน ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยี ชีวภาพ

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนแปลงสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

สาระที่ 5 พลังงาน

พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

3. มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพมีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงแรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถ อธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

4. คำอธิบายรายวิชา / โครงสร้างรายวิชา

สืบค้นข้อมูล สืบค้นข้อมูล สืบค้นข้อมูล ศึกษา วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ทฤษฎีจลน์และการชนกันของอนุภาค และการเกิดสารเชิงซ้อนแก๊สแก๊ส พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และสมดุลในปฏิกิริยาเคมี ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล หลักของเลอชาเตอลิเอ สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม สารละลายอิเล็กโทรไลต์ สารละลายกรดและสารละลายเบส ทฤษฎีกรด-เบส การแตกตัวของกรดและเบส การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ เปรียบเทียบและคำนวณเกี่ยวกับความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- โดยใช้ค่าคงที่การแตกตัวของกรดและเบส pH ของสารละลาย อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส สารละลายกรด-เบสในชีวิตประจำวันและในสิ่งมีชีวิต การไทเทรตกรด-เบส เขียนกราฟของการไทเทรตอธิบายและเขียนสมการเกี่ยวกับปฏิกิริยาของกรดและเบส ปฏิกิริยาการสะเทิน ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือในน้ำ สารละลายบัฟเฟอร์

ตาราง 1 แสดงโครงสร้างรายวิชา ว30223 เคมี 3

| ลำดับที่ | แผนการจัดการเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|--|---|----------------|
| หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี | | 13 |
| 1 | ปฏุนิเทศ | 1 |
| 2 | ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี | 2 |
| 3 | แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี | 2 |
| 4 | ความเข้มข้นของสารกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี | 2 |
| 5 | พื้นที่ผิวของสารกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี | 2 |
| 6 | อุณหภูมิของสารกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี | 2 |
| 7 | ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี | 2 |
| หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สมดุลเคมี | | 20 |
| 8 | การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ | 2 |
| 9 | การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุล 1 | 2 |
| 10 | การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุล 2 | 2 |
| 11 | ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล | 3 |
| 12 | การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นกับภาวะสมดุล | 3 |
| 13 | ปัจจัยที่มีต่อภาวะสมดุล | 4 |
| 14 | หลักของเลอชาเตอลิเอและการใช้ประโยชน์/ สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม | 4 |
| หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 กรด-เบส | | 24.5 |
| 15 | สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์ | 2 |
| 16 | สารละลายกรด สารละลายเบส และการใช้ประโยชน์ | 1.5 |
| 17 | ทฤษฎีกรด-เบส | 2 |
| 18 | คู่กรด-เบส | 1 |
| 19 | การแตกตัวของกรด-เบส | 1 |
| 20 | การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ | 2 |
| 21 | pH ของสารละลาย | 1 |

ตาราง 1 (ต่อ)

| ลำดับที่ | แผนการจัดการเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|----------|--|----------------|
| 22 | อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส / สารละลายกรด-เบสในชีวิตประจำวัน | 1 |
| 23 | ปฏิกิริยาของกรดและเบส | 2 |
| 24 | ปฏิกิริยาของกรดหรือเบสกับสารละลายบางชนิด | 2 |
| 25 | ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส | 2 |
| 26 | การไทเทรตกรด-เบส | 3 |
| 27 | อินดิเคเตอร์สำหรับการไทเทรตกรด-เบส | 2 |
| 28 | สารละลายบัฟเฟอร์ | 2 |
| | สอบวัดผลระหว่างภาคเรียน | 1 |
| | สอบวัดผลปลายภาคเรียน | 1.5 |
| | รวม | 60 |

5. ผลการเรียนรู้

5.1 บอกความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

5.2 เขียนและแปลความหมายกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลา รวมทั้งสามารถหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากกราฟได้

5.3 อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ทฤษฎีจลน์และการชนกันของอนุภาค และการเกิดสารเชิงซ้อนกัมมันต์

5.4 แปลความหมายกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานกับการดำเนินของปฏิกิริยาเคมีและสามารถระบุได้ว่าเป็นปฏิกิริยาคูดหรือคายพลังงานได้

5.5 ระบุปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสาร อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวยับยั้งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

5.6 ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และสรุปผลการทดลองในเรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา

เคมี คุณสมบัติของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยา

5.7 อธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้ ภาวะสมดุล สมดุลระหว่างสถานะ สมดุลในสารละลายอิมิตัว สมดุลในปฏิกิริยาเคมี ค่าคงที่สมดุล และสมบัติต่าง ๆ ของระบบ ณ ภาวะสมดุลเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นกับสารผลิตภัณฑ์ ณ ภาวะสมดุล และคำนวณค่าคงที่สมดุลและความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุลได้

5.8 ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลของระบบ พร้อมทั้งอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวน และระบุปัจจัยที่มีผลต่อค่าคงที่สมดุล พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลได้อธิบายการปรับตัวของระบบเพื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลโดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอ รวมทั้งการเลือกภาวะที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สูงในอุตสาหกรรมได้อธิบายการเกิดสมดุลเคมีในกระบวนการต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้

5.9 ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และสรุปผลการทดลองในเรื่อง ปฏิกิริยาระหว่าง CuSO_4 กับ HCl การทดสอบ Fe^{3+} Fe^{2+} และ I_2 และการทดสอบภาวะสมดุลระหว่าง Fe^{3+} กับ Fe^{2+} การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นกับภาวะสมดุล และการศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

5.10 บอกสมบัติของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ และระบุประเภทของสารอิเล็กโทรไลต์ได้

5.11 อธิบายการเปลี่ยนแปลงเมื่อกรดหรือเบสละลายในน้ำ พร้อมทั้งระบุชนิดของไอออนที่ทำให้สารละลายแสดงสมบัติเป็นกรดหรือเบสได้

5.12 อธิบายความหมาย สมบัติของกรดและเบสตามทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส และระบุโมเลกุลหรือไอออนที่เป็นคู่กรด-เบส ในปฏิกิริยาตามทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรีได้

5.13 อธิบายความสามารถในการแตกตัวของกรดแก่ เบสแก่ กรดอ่อน เบสอ่อน รวมทั้งคำนวณหาร้อยละของการแตกตัวและค่าคงที่การแตกตัวของกรดอ่อนหรือเบสอ่อน

5.14 เปรียบเทียบปริมาณการแตกตัวของกรดหรือเบส และคำนวณหาความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- โดยใช้ค่าคงที่การแตกตัวของกรดและเบสได้

5.15 อธิบายการเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุลของน้ำเมื่อเติมกรดหรือเบส พร้อมทั้งคำนวณหา ความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- ในสารละลายได้

5.16 คำนวณหา pH ของสารละลายเมื่อทราบความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- และบอกความเป็นกรด-เบสของสารละลายจากค่า pH ได้

5.17 อธิบายเหตุผลที่ทำให้อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสี และใช้ช่วงของการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ บอก pH หรือความเป็นกรด-เบสของสารละลายได้

5.18 อธิบายความสำคัญของ pH หรือความเป็นกรด-เบสของสารละลายในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้

5.19 อธิบายการเกิดเกลือจากปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส และกรดหรือเบสกับสารบางชนิด พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาและบอกสมบัติของเกลือที่เกิดขึ้น

5.20 อธิบายความหมายของปฏิกิริยาการสะเทิน พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้

5.21 อธิบายการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือในน้ำ พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้

5.22 อธิบายวิธีการไทเทรต การเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตกรด-เบส ตลอดจนคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายจากการไทเทรตได้

5.23 เขียนกราฟของการไทเทรตและหาจุดสมมูลจากกราฟ พร้อมทั้งบอกค่า pH ของสารละลาย ณ จุดสมมูลได้

5.24 อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเติมกรดหรือเบสลงในระบบบัฟเฟอร์ เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาการควบคุม pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ได้

5.25 ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และสรุปผลการทดลองในเรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย ปฏิกิริยาการให้และรับโปรตอนของ ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน การนำไฟฟ้าของน้ำ ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดกับสารละลายเบส ปฏิกิริยาระหว่างกรดหรือเบสกับสารบางชนิด การวัด pH ของสารละลายเกลือโดยใช้ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ การไทเทรตหาจุดยุติของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่ การไทเทรตหาจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่ การเลือกอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรด-เบส การหาปริมาณสารลดกรดในยาลดกรดชนิดที่มีแคลเซียมคาร์บอเนต การเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายบางชนิด

ในงานวิจัยนี้ เป็นการสอนในเนื้อหาของรายวิชา ว30223 เคมี 3 จากการศึกษาลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับ pH ของสารละลาย

และปฏิกิริยาของกรดและ สารละลายบัฟเฟอร์ โดยเป็นเนื้อหาที่ได้กล่าวมา มีการกำหนดผล การเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1. ผลการเรียนรู้ข้อที่ 15 อธิบายการเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุลของน้ำเมื่อเติมกรดหรือ เบส พร้อมทั้งคำนวณหา ความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- ในสารละลายได้
2. ผลการเรียนรู้ข้อที่ 16 คำนวณหา pH ของสารละลายเมื่อทราบความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- และบอก ความเป็นกรด-เบสของสารละลายจากค่า pH ได้
3. ผลการเรียนรู้ข้อที่ 19 อธิบายการเกิดเกลือจากปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส และกรด หรือเบสกับสารบางชนิด พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาและบอกสมบัติของเกลือที่เกิดขึ้น
4. ผลการเรียนรู้ข้อที่ 20 อธิบายความหมายของปฏิกิริยาการสะเทิน พร้อมทั้งเขียน สมการแสดงปฏิกิริยาได้
5. ผลการเรียนรู้ข้อที่ 21 อธิบายการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือในน้ำ พร้อมทั้ง เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้
6. ผลการเรียนรู้ข้อที่ 24 อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเติมกรดหรือเบสลงใน ระบบบัฟเฟอร์ เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาการควบคุม pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ได้

ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของการคิดเชิงวิพากษ์

การคิดเชิงวิพากษ์ มาจากคำภาษาอังกฤษว่า Critical thinking ซึ่งได้มีนักการศึกษา นักจิตวิทยา นักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดหลายท่านได้ให้ความหมายของการคิดเชิง วิพากษ์ ไว้ดังนี้

วรารภรณ์ สืบสหกรณ์ (2545, น.15) นำมาจาก Critical thinking ของ Danial A. Feldman ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงวิพากษ์ ไว้ว่า เมื่อเราต้องการที่จะใช้กลยุทธ์การมีเหตุผล อย่างระมัดระวังและอย่างตั้งใจเพื่อตัดสินว่าเราเชื่ออะไรหรือจะทำอะไรเมื่อคนนำวิธีคิดอย่างไม่มี วิจรรย์ญาณมาใช้ในการตัดสินใจก็มักจะก่อให้เกิดข้อผิดพลาดในการใช้เหตุผลอย่างง่ายตาย หาก เรารู้จักประเมินเหตุผลข้อโต้แย้งและยังอธิบายบทบาทของหลักฐานเมื่อนำมาใช้สนับสนุน ข้อโต้แย้งและคำอธิบายให้มีน้ำหนักมีประสิทธิภาพโดยมีข้อมูลเป็นเลิศและมีสมมุติฐานที่มีเหตุผล

อานันท์ กาญจนพันธ์ (2545, น.13-14) ได้อธิบายถึง ลักษณะความคิดเชิงวิพากษ์ ซึ่ง เป็นลักษณะที่นักวิชาการสมควรจะต้องมีอย่างยิ่ง คือ การแสวงหาคำตอบและทำความเข้าใจกับ ปรัชญาการณเกี่ยวกับมนุษย์ สังคมและธรรมชาติ โดยไม่ยึดเอาความรู้สึก ข้อสังเกต หรืออคติ มติ ส่วนตนไว้เป็นพื้นฐานของคำอธิบายและความเข้าใจ

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546) ให้ความหมายของการคิดเชิงวิพากษ์ ไว้ว่า ความตั้งใจที่จะพิจารณาตัดสินเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยการไม่เห็นคล้อยตามข้ออ้างที่น่าเสนอ แต่ตั้งคำถามท้าทาย หรือโต้แย้งข้ออ้างนั้น เพื่อเปิดแนวทางการคิดออกสู่ทางต่าง ๆ ที่แตกต่าง อันจะนำไปสู่การแสวงหาคำตอบที่สมเหตุสมผลมากกว่าข้ออ้างเดิม

สุวิทย์ มูลคำ (2553, น. 34) ได้ให้ความหมายการคิดเชิงวิพากษ์ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาประเมินและการตัดสินใจสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องราวที่เกิดขึ้นที่มีข้อสงสัย หรือข้อโต้แย้ง โดยการแสวงหาคำตอบที่มีความสมเหตุสมผล

สำนักงาน ก.พ. (2556) กล่าวว่ารายงานผลสรุปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้บริหารภาครัฐ ว่า การคิดเชิงวิพากษ์ หมายถึง กระบวนการคิดที่มีความตั้งใจที่จะพิจารณาตัดสินใจเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยไม่เห็นคล้อยตามข้ออ้างที่น่าเสนอ แต่ตั้งคำถามท้าทายหรือโต้แย้งข้ออ้างนั้น เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำความจริง และเพื่อเปิดโอกาสให้แก่ความคิดใหม่ที่แตกต่าง อันจะนำไปสู่คำตอบที่สมเหตุสมผลมากกว่าข้ออ้างเดิม เหมาะสมกับบริบทแวดล้อมมากกว่า เกิดผลดีแก่ชีวิตและสังคมส่วนรวมกว่า

Good (1973) ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงวิพากษ์ ว่าเป็นการคิดซึ่งดำเนินการตามหลักการประเมินอย่างรอบคอบต่อข้ออ้างและหลักฐาน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นไปได้อย่างแท้จริง ตลอดจนการพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องของทั้งหมดและการใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องสมเหตุสมผล

Bayer (1985) กล่าวว่า การคิดเชิงวิพากษ์ เป็นความสามารถที่มีเอกลักษณ์ เฉพาะต้องอาศัยความระมัดระวังการเข้าใจความหมายอย่างยี่ดมั่นและวิเคราะห์ข้อมูลความรู้ หรือ ความเชื่ออย่างเป็นปรนัย (Objective) เพื่อนำไปสู่การตัดสินความเที่ยงตรงและคุณค่าของข้อมูล ความรู้ หรือความเชื่อนั้น ๆ

Moore, & Parker (1986) ได้กล่าวถึง การคิดเชิงวิพากษ์ ว่าเป็นการตัดสินอย่างรอบคอบที่จะยอมรับหรือปฏิเสธหรือหรือที่จะตัดสินใจกับข่าวสารข้อมูลที่ได้รับ

Hudgins (1988) ให้ความหมายว่า การคิดเชิงวิพากษ์ หมายถึง การมีเจตคติในการค้นคว้าหาหลักฐาน เพื่อการวิเคราะห์และประเมินข้อโต้แย้งต่าง ๆ การมีทักษะในการใช้ความรู้จำแนกข้อมูลและการตรวจสอบสมมติฐานเพื่อหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล และถือว่าเป็นระดับการคิดขั้นสูง จะเห็นว่า เริ่มมีการนำข้อโต้แย้งมาคิดเพื่อหาคำตอบที่สมเหตุสมผล

Ennis (1989) ให้ความหมายของการคิดเชิงวิพากษ์ว่าเป็นการคิดไตร่ตรอง อย่างมีเหตุผลที่เน้นการตัดสินใจว่าจะทำหรือเชื่อสิ่งใด

Facionce (1990) กล่าวถึง การคิดเชิงวิพากษ์ ว่าเป็นกระบวนการหาข้อสรุปจาก ข้อความกลุ่มหนึ่งอย่างมีเหตุผลถูกต้องตามหลักตรรกวิทยา การอ้างเหตุผลเป็นการแสดงออกของ การคิดอย่างมีการวิจารณ์ญาณของบุคคลและการอ้างเหตุผลสำหรับข้อสรุปได้ ๆ จะมีความ น่าเชื่อถือหรือเหตุผลสมควรตามข้ออ้างหลักฐานที่ปรากฏ วิธีคิดนี้ได้นำไปใช้ในวิชาการ เช่น สังคมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ มนุษยศาสตร์และคณิตศาสตร์ กฎหมายแต่บางวิชาไม่จำเป็นต้องนำ การคิดอย่างมีการวิจารณ์ญาณไปใช้ เช่น วิชาศิลปะ วิชาเกี่ยวกับความงาม

Niedringhaus (2001) ให้ความหมายไว้ว่า การคิดเชิงวิพากษ์ คือ วิเคราะห์ระบบของ ข้อมูลด้วยใจที่เปิดกว้าง และอดทนสำหรับจุดมุ่งหมายในการระบุวิธีการต่าง ๆ ของการกระทำ เป็น การคิดเกี่ยวกับการพิจารณาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่มีการเลือกอย่างระมัดระวังของการกระทำ หรือแก้ไข

Paul, & Elder (2008) ได้ให้คำจำกัดความว่า การคิดเชิงวิพากษ์ เป็นรูปแบบหนึ่งของการคิด โดยการคิดเกี่ยวกับทุก ๆ ด้าน ทั้งเนื้อหา เรื่องราวต่าง ๆ หรือปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งมีการ ตรวจสอบความคิดนั้นด้วยการวิเคราะห์ ประเมินผลและสร้างเรื่องราวขึ้นใหม่ การคิดเชิงวิพากษ์ เป็นการคิดที่เกิดขึ้นในแต่ละบุคคล การอธิบาย มุมมองความคิด และความคิดที่ถูกต้องซึ่งเป็นการ ใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาและนำมาซึ่งประสิทธิภาพของการคิดอย่างดีที่สุด

Bassham (2011) กล่าวว่า การคิดเชิงวิพากษ์ เป็นทักษะความสามารถทางปัญญาที่จะ สร้างความกระจ่างชัด วิเคราะห์ และประเมินข้อโต้แย้ง การกล่าวอ้างอย่างปราศจากอคติ โดย สามารถกำหนดเหตุผลสนับสนุนข้อสรุป และตัดสินใจได้อย่างน่าเชื่อถือ

จากการศึกษาจากทั้งนักวิชาการในประเทศและต่างประเทศ ผู้วิจัยได้เห็นความ สอดคล้องในเรื่องที่ชัดเจนของความหมายการคิดเชิงวิพากษ์ว่ามีสองส่วนใหญ่คือ การโต้แย้งด้วย เหตุผล และการสรุปตัดสินใจ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ให้ความหมายของการคิดเชิงวิพากษ์ ว่ามีแนวโน้ม ใกล้เคียงกับ Ennis (1992) ที่ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงวิพากษ์ว่าเป็นการคิดไตร่ตรอง อย่าง มีเหตุผลที่เน้นการตัดสินใจว่าจะทำหรือเชื่อสิ่งใด

ทฤษฎีแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิพากษ์

บุคคลที่มีการคิดเชิงวิพากษ์ มักจะเปิดใจกว้าง และรู้ดีความไม่กระจ่างชัดนั้นมีน้ำหนักไม่ เท่ากัน จึงมีความเข้าใจและใช้ทักษะวิธีคิดวิพากษ์เพื่อพิจารณาแต่ละเรื่องแตกต่างกันไป การดำเนินการด้วยแรงผลักดันอย่างต่อเนื่อง เพื่อค้นคว้าความคิดและทางเลือกใหม่ๆ แต่ก็มี แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดเชิงวิพากษ์ที่แตกต่างกันไป จากการศึกษารวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ แนวความคิดการคิดเชิงวิพากษ์ พบว่ามีนักวิชาการทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศได้เสนอไว้ 2 แนวคิด ดังนี้

นิพนธ์ วงศ์เกษม (2534, น. 21-22) ได้กล่าวถึง กระบวนการคิดเชิงวิพากษ์ไว้ ดังนี้

1. การรู้จักแยกแยะความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงกับความคิดเห็น
2. การรู้จักพิจารณาประเด็นปัญหา
3. การรู้จักพิจารณาข้ออ้างหรือข้อโต้แย้งที่คลุมเครือวกไปวนมาและไม่อยู่กับร่องกับรอย
4. การรู้จักพิจารณาข้อมูลที่แสดงถึงอคติ ความลำเอียง การโฆษณา
5. การรู้จักแยกสิ่งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับข้อมูลหรือความคิดเห็น
6. การรู้จักพิจารณาความน่าเชื่อถือได้ของแหล่งข้อมูล
7. การรู้จักพิจารณาเหตุผลที่ผิดๆ ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น
8. การรู้จักสรุปข้อความจากแหล่งข้อมูลที่มีอยู่

มลิวัดย์ สมศักดิ์ (2540, หน้า 34-36) ได้สรุปกระบวนการคิดเชิงวิพากษ์ไว้ ดังนี้

1. การนิยามปัญหา หมายถึง การกำหนดปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา โดยพิจารณาข้อมูลเพื่อกำหนดปัญหาข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือ รวมทั้งนิยามความหมายของคำข้อความ

2. การรวบรวมข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือจากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้ง การดึงข้อมูลหรือความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ มาใช้วิธีการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การสังเกตด้วยตัวเองและรวบรวมข้อมูลจากรายงานผลการสังเกต ของผู้อื่น

3. การจัดระบบข้อมูล หมายถึง การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลพิจารณาความเพียงพอของข้อมูลและการจัดระบบข้อมูลภายหลังจากได้รวบรวมข้อมูลจะต้องพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งที่มาของข้อมูลเพราะข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งที่ไม่น่าเชื่อถืออาจนำไปสู่ความผิดพลาดถ้าประเมินแล้วพบว่าข้อมูลใดที่มาจากแหล่งที่ขาดความน่าเชื่อถือ ก็จะต้องทิ้งส่วนข้อมูลที่มาจากแหล่งที่น่าเชื่อถือจะเก็บไว้ใช้ต่อไป ขณะเดียวกันต้องประเมินความถูกต้องและเพียงพอของข้อมูลที่รวบรวมได้นำไปสู่การสรุปอ้างอิงได้หรือไม่

4. การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง การพิจารณาแนวทางการสรุปอ้างอิงของปัญหา ข้อโต้แย้งหรือปัญหาที่คลุมเครือโดยการนำข้อมูลที่มีการจัดระบบแล้วมาพิจารณาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์เพื่อกำหนดแนวทางการสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ว่าจากข้อมูลที่ปรากฏสามารถเป็นไปได้ในทิศทางใดบ้างเพื่อจะได้พิจารณาเลือกแนะแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุดหรือการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล

5. การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์ หมายถึง การพิจารณาเลือกแนวทางที่สมเหตุสมผลที่สุดจากข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่หลังจากกำหนดแนวทางเลือกที่อาจเป็นไปได้ ก็จะพยายามเลือกวิธีการหรือแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุดที่จะนำไปสู่การสรุปที่สมเหตุสมผล

6. การประเมินการสรุปอ้างอิง หมายถึง การประเมินความสมเหตุสมผลของการสรุปอ้างอิงหลังจากตัดสินใจสรุปโดยใช้หลักตรรกศาสตร์จะต้องประเมินข้อสรุปอ้างอิงว่าสมเหตุสมผลหรือไม่รวมทั้งพิจารณาว่าข้อสรุปนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร

Dressel, & Mayhew (1957, pp. 179-181) กล่าวว่า กระบวนการคิดเชิงวิพากษ์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การนิยามปัญหา เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ข้อความหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นปัญหาแล้วสามารถบอกลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นได้และการนิยามปัญหานั้นมีความสำคัญมากสำหรับการอ่านและการฟังเรื่องราวต่าง ๆ

2. การเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเป็นความสามารถในการพิจารณาและเลือกข้อมูล เพื่อนำมาแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและความสามารถนี้เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับความคิดที่จะใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ และมีผลกับความสามารถในการมองเห็นว่าอะไรคือปัญหาที่แท้จริง

3. การตระหนักในข้อตกลงเบื้องต้นเป็นความสามารถในการพิจารณาแยกแยะว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้นและข้อความใดไม่ใช่ข้อตกลงเบื้องต้นของข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ความสามารถนี้มีความสำคัญ เพราะจะทำให้เห็นความแตกต่างของข้อมูล เพื่อลงความเห็นว่าจะยอมรับหรือไม่

4. การกำหนดและเลือกสมมุติฐานเป็นความสามารถในการกำหนดหรือเลือกสมมุติฐานจากข้อความหรือสถานการณ์ให้ตรงกับปัญหาในข้อความหรือสถานการณ์นั้นความสามารถนี้มีความสำคัญเพราะทำให้มีความรอบคอบและความพยายามในการคิดถึงความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหาหรือความเป็นไปได้ของสมมุติฐาน

5. การลงสรุปอย่างสมเหตุสมผลเป็นความสามารถในการคิดพิจารณาข้อความเกี่ยวกับเหตุผลโดยคำนึงข้อเท็จจริงที่เป็นสาเหตุความสามารถนี้มีความสำคัญเพราะทำให้สามารถลงความเห็นได้ตามความจริงจากหลักฐานหรือข้อมูลที่มีอยู่

Watson, & Glaser (1980) ได้กล่าวว่า การคิดเชิงวิพากษ์ ประกอบด้วย ทัศนคติ ความรู้ และทักษะในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. ทัศนคติในการสืบสอบ ซึ่งประกอบไปด้วยความสามารถในการเห็นปัญหาและความต้องการที่จะสืบเสาะค้นหาข้อมูล หลักฐานมาพิสูจน์เพื่อหาข้อเท็จจริง

2. ความรู้ในการหาแหล่งข้อมูลอ้างอิงและการใช้ข้อมูลอ้างอิงอย่างมีเหตุผล
3. ทักษะในการประยุกต์ใช้องค์ความรู้และทัศนคติดังกล่าวมาใช้ให้เป็นประโยชน์

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยต่าง ๆ วัตสัน และเกลเซอร์ (Watson, & Glaser) ได้ผลสรุปว่า การวัดการคิดเชิงวิพากษ์ ต้องวัดความสามารถย่อย ๆ ซึ่งมีอยู่ 5 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการอ้างอิง (Inferences) หมายถึง ความสามารถในการจำแนก ระดับ ความน่าจะเป็นของข้อมูลหรือการลงข้อสรุปข้อมูลต่าง ๆ ที่ปรากฏในข้อความที่กำหนดให้

2. ความสามารถในการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumptions) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาจำแนกว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น

3. ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกว่า ข้อสรุปใดเป็นผลจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างแน่นอนและข้อสรุปใดไม่เป็นผลของความสัมพันธ์นั้น

4. ความสามารถในการตีความ (Interpretation) หมายถึง ความสามารถในการจำแนก ว่า ข้อสรุปใดเป็นหรือไม่เป็นความจริงตามที่ได้สรุปจากสถานการณ์ที่ได้กำหนดให้

5. ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกว่าข้อความใดเป็นการอ้างเหตุผลและผลที่หนักแน่นกับข้อความที่อ้างเหตุผลไม่หนักแน่น

Ennis (1985, pp. 58-62) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของการคิดเชิงวิพากษ์ ประกอบด้วย

1. ทักษะการนิยาม ได้แก่ การระบุจุดสำคัญของประเด็นปัญหา ข้อสรุป ระบุเหตุผล ทั้งที่ปรากฏและไม่ปรากฏ การตั้งคำถามที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ การระบุเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้น

2. ทักษะการตัดสินใจข้อมูล ได้แก่ การตัดสินใจข้อมูล การตัดสินใจความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การตัดสินใจความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา การพิจารณาความสอดคล้อง

3. ทักษะการอ้างอิงในการแก้ปัญหา และการสรุปอย่างสมเหตุสมผล ได้แก่ การอ้างอิงตัดสินใจในการสรุปแบบอุปนัยและแบบนิรนัย โดยมีความตรงในการทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นตามมาอย่างน่าเชื่อถือ

Quellmalz (1985, pp. 29-32) ได้สรุปความคล้ายคลึงกันของทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ ระหว่างทฤษฎีของนักจิตวิทยากับทฤษฎีของนักปรัชญาใน 4 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

1. ขั้นตอนการนิยาม ตามทฤษฎีของนักจิตวิทยาเป็นการค้นหาองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหาตรงกับขั้นการทำความกระจ่างตามทฤษฎีของนักปรัชญา ซึ่งประกอบด้วย การกำหนดคำถาม การวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหา และการนิยามคำ

2. ขั้นตอนการระบุข้อมูล เนื้อหาและกระบวนการที่จำเป็นในการแก้ปัญหาตามทฤษฎีของนักจิตวิทยาตรงกันกับขั้นการตัดสินใจเชื่อถือได้ของข้อมูลที่นำมาสนับสนุน แหล่งข้อมูลตลอดจนข้อมูลที่ได้จากการสังเกตตามทฤษฎีของนักปรัชญา

3. ขั้นการนำข้อมูลมาใช้ประกอบเพื่อการแก้ปัญหา ตามทฤษฎีทางจิตวิทยาตรงกันกับขั้นการคิดหาเหตุผล ตามทฤษฎีของนักปรัชญา ซึ่งประกอบด้วยการคิดหาเหตุผลเชิงอนุมาน และการคิดหาเหตุผลเชิงอุปมาน

4. ขั้นตอนการประเมินความสำเร็จของคำตอบตามทฤษฎีของนักจิตวิทยา ตรงกับขั้นการใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจเพียงพอของคำตอบตามทฤษฎีของนักปรัชญา

Woolfolk (1993, p. 312) ได้กำหนดรายการทักษะต่าง ๆ ที่ประกอบกันเป็นกระบวนการคิดเชิงวิพากษ์ไว้ 3 ด้าน คือ

1. การนิยามและการทำความเข้าใจปัญหา
2. การพิจารณาตัดสินใจข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับปัญหา
3. การแก้ไขปัญหหรือการลงสรุป

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดเชิงวิพากษ์ ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีแนวคิดการคิดเชิงวิพากษ์ของ Ennis (1985, pp. 58-62) เป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ และได้แบ่งแบบวัดออกเป็น 3 ด้าน ทฤษฎีของ Ennis คือ 1) ทักษะการนิยาม 2) ทักษะการตัดสินใจ และ 3) ทักษะการอ้างอิงในการแก้ปัญหา และสรุปอย่างสมเหตุสมผล เพื่อได้มาซึ่งความสารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการคิดของนักเรียนเป็นจุดเริ่มต้นสู่การคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์

การเกิดการคิดเชิงวิพากษ์ และเทคนิคการคิดเชิงวิพากษ์

การคิดเชิงวิพากษ์ เป็นกระบวนการทำงานของสมองซีกซ้ายหรือสมองส่วนซีกที่ใช้เหตุผล ซึ่งเกิดขึ้นอย่างอัตโนมัติเมื่อได้รับการกระตุ้นจากสถานการณ์ภายนอก โดยเฉพาะเมื่อพบว่า สิ่งทีคาดหวังไว้นั้นเป็นจริง หรือเมื่อต้องมีการตัดสินใจเลือกสิ่งที่ดีที่สุดจากบรรดาข้อมูลที่มีอยู่อย่างหลากหลาย สถานการณ์การเหล่านี้ล้วนทำให้เกิดการฉุกคิดไม่เชื่อหรือคล้อยตามข้อมูลที่ได้รับไว้นั้นมีการสงสัยในสมมุติฐานที่กล่าวอ้าง และเกิดคำถามในเชิงโต้แย้งที่นำไปสู่การพยายามหาคำตอบ

การคิดเชิงวิพากษ์ จะเกิดขึ้นได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งสามารถจัดลำดับขั้นของการคิดเชิงวิพากษ์ที่เกิดขึ้นได้ตามธรรมชาติ 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเผชิญหน้ากับเหตุการณ์ที่ไม่คาดหวัง (Trigger event) เพื่อสมมุติฐานที่เราคาดหวังว่าจะเกิดขึ้น ไม่สอดคล้องกับความจริงที่ประสบทำให้เรารับรู้ถึงความผิดปกติไปจากสิ่ง ที่ควรจะเป็นหรือเกิดการกระทำในทางตรงกันข้าม ก่อให้เกิดความไม่สบายใจ สับสน ส่งผลให้เรา เริ่มเปลี่ยนมุมมองและการเรียนรู้ที่จะคิดในเชิงโต้แย้ง

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการประเมินสถานการณ์ (Appraisal) โดยตรวจสอบด้วยตนเองอย่างละเอียดว่าเกิดสิ่งใดขึ้นเพื่อประเมินค่าว่าจะตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างไรคนที่ต้องเผชิญกับเรื่องร้ายแรงอย่างกะทันหันคนเหล่านี้อาจไม่สามารถยอมรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ส่งผลให้เกิดการสูญเสียระเบียบในการดำเนินชีวิตคนบางคนไม่สามารถหาทางออกให้กับตนเองได้และ ถึงขนาดคิดสั้นหากไม่ได้รับการช่วยเหลือให้คิดอย่างถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นวินิจฉัยตรวจสอบอย่างละเอียด (Exploration) เริ่มยอมรับความขัดแย้ง และพยายามหาทางอธิบายความขัดแย้งที่เกิดขึ้นเพื่อลดความรู้สึกไม่สบายใจทำให้เกิดการค้นหาทางเลือกใหม่คำตอบใหม่ๆ แนวคิดใหม่ๆ

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นพัฒนามุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม (Development of Alternative Perspectives) เมื่อพบว่า สิ่งที่เคยเชื่อเคยยึดถือไม่สามารถเป็นจริงได้อีกต่อไปจึงพยายามหาทางเลือกใหม่ มุมมองใหม่ และพัฒนามุมมองใหม่เหล่านั้นในทางปฏิบัติโดยคิดว่าจะต้องดีกว่าเดิม

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นบูรณาการวิธีคิดและพฤติกรรมที่เกิดขึ้น (Integration) โดยคิดว่าสิ่งนั้นถูกต้องและสมเหตุสมผลทำให้เกิดโลกทัศน์ใหม่ทัศนคติใหม่สมมุติฐานใหม่และ ยังก่อให้เกิดความคุ้นเคยต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอีกด้วย

สำหรับเทคนิคการคิดเชิงวิพากษ์ มีดังนี้

1. จงอย่าเชื่อให้สงสัยไว้ก่อนเนื่องจากการสงสัยหรือการไม่ปักใจเชื่อครั้งแรกนั้นเป็นการท้าทายวิธีคิดและการกระทำที่ปฏิบัติให้เกิดความเคยชินอันเป็นเหตุผลที่ทำให้ไม่ถูกหลอกหรือไม่ทำให้เราหลงเชื่อโดยง่าย แต่ทำให้เราซุกคิดทบทวนอีกครั้งเพื่อตรวจสอบความจริง อันจะนำไปสู่กระบวนการตรวจสอบ ทบทวน พิจารณาซึ่งเป็นการคิดครั้งที่สองที่สามารถเกิดวิธีนำสู่ปัญญา

2. ต้องเผื่อใจไว้ว่าอาจจะจริงหรือไม่จริงก็ได้ควรระลึกถึงเสมอว่าทั้งที่เป็นความจริงหรือเท็จนั้นล้วนสามารถพิสูจน์ได้ หากยังพิสูจน์ไม่ได้สิ่งนั้นอาจจะจริงหรือเท็จก็ได้

3. ตั้งคำถามซัดค้ำ โดยตั้งใจที่จะเผชิญหน้าคัดค้านต่อข้ออ้างที่ได้รับและตั้งคำถามโต้แย้งและท้าทายสมมุติฐาน คำถามเกิดจากการสังเกตแต่ในขณะเดียวกันต้องมีทางเลือกใหม่เพื่อเสนอความน่าจะเป็นใหม่ ที่ต้องเป็นคำถามเชิงวิพากษ์ที่ก่อให้เกิดความรู้สึกลักษณะที่ว่า สิ่ง ที่คิดไว้อาจจะไม่ดีจริงก็ได้หรือคนอาจบรรลุสิทธิ์ก็ได้

นอกจากนี้ ยังมีกลยุทธ์เพื่อช่วยในการคิดเชิงวิพากษ์ 4 ประการ ดังรายละเอียด ขั้นตอน ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

วรารภรณ์ สืบสหการ (2545, น. 37-43) ได้อธิบายถึง กลยุทธ์การพัฒนาการคิดเชิง วิพากษ์ไว้ดังนี้

กลยุทธ์ที่ 1 ความเต็มใจที่จะมองตัวคุณเองว่ามีวิธีการคิดอย่างไรแล้ว สามารถสู้กับ ข้อจำกัดต่าง ๆ พร้อมสร้างนิสัยการคิดการหาทางใหม่ๆ เพื่อมองสถานการณ์แต่ละอย่าง ได้ดีขึ้น โดยมีขั้นตอน คือ

1. แทนที่จะยอมรับสิ่งต่าง ๆ ตามที่ดูเหมือนว่าจะเป็นอย่างนั้น แต่จะถามว่าทำไมเราถึงจึง เชื่อพร้อมทั้งมองสิ่งนั้นอย่างที่เรามอง

2. สู้กับอคติของตนเอง อคติและทัศนคติที่ตายตัว มองอะไรเหมือนเดิมตลอดนั้น ทำให้ การรับรู้ของเราผิดพลาดไปจากความจริง การยึดติดกับสิ่งเหล่านี้เป็นการหลีกเลี่ยงการใช้กล้ำเนื้อ ทางความคิดในขณะที่กำลังผ่านขั้นตอนของการมีเหตุผลต่าง ๆ

3. รู้จักกระบวนการคิดของตนเอง และกำจัดกลยุทธ์ของความคิดที่ไม่ก่อให้เกิดผลดีแล้ว รู้จักกลยุทธ์ใหม่ๆ ที่มีประสิทธิภาพ

กลยุทธ์ที่ 2 การประเมินอย่างพากเพียรจรรยาที่ตรวจสอบและประเมินข้อมูลอย่างมี ประสิทธิภาพ กล่าวหาปัญหาและมีความอสุสาหะเพื่อประเมินขั้นตอนแต่ละขั้น ในขณะที่ สามารถรับมือกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งและใช้ประโยชน์เพื่อกำกับความคิดได้เป็นอย่างดี

1. ขอข้อมูลย้อนกลับจากแหล่งอื่น ๆ หากมีการประเมินเหตุการณ์จากมุมมองของตน เพียงด้านเดียว ซึ่งก็เท่ากับว่าได้จำกัดตัวเองอยู่ในกรอบ จึงควรตรวจสอบจากเอกสาร หรือขอทราบ มุมมองจากบุคคลอื่นที่ร่วมงานหรือมีความเกี่ยวข้องด้วย

2. ประเมินคุณภาพของคำตอบ ๆ ที่เป็นไปได้ คำถามต่าง ๆ จะมีคำตอบหลายคำตอบที่ พอจะทำให้เชื่อว่าผิดหรือถูก ซึ่งต้องเป็นข้อเท็จจริงหรือดีกว่าหรือแยกว่า ซึ่งเป็นความคิดเห็นจึง พยายามค้นหาที่ดีที่สุดเพื่อซึ่งจะได้คำตอบที่ถูกต้องและดีกว่า

3. เปรียบเทียบเป้าหมายดั้งเดิมของตนกับผลลัพธ์ที่ได้ หากได้ผลลัพธ์ที่เป้าหมายดั้งเดิม ของเราเองก็มั่นใจได้ว่าการประเมินเป็นไปในแนวเดียวกันกับสิ่งที่ต้องการจะได้รับแล้ว

กลยุทธ์ที่ 3 การมีจิตใจที่เป็นกลางอยู่เสมอพิจารณาข้อคิดเห็นที่แตกต่างด้วยใจที่เป็นกลางและใจที่เปิดกว้างไม่ใช่แค่ตระหนักว่าคนอื่นมีมุมมองที่แตกต่างและมีประโยชน์เท่านั้น แต่ให้ตระหนักว่ามุมมองของเราอาจจำกัดหรือไม่ถูกต้องเช่นกัน

1. ยอมรับว่าตนเองอาจมองโลกที่แตกต่างออกไป ให้จินตนาการถึงโลกและการได้รับการยอมรับที่แนะนำของบุคคลอื่น ๆ บ้าง เป็นการมองค่านิยมที่ได้รับการสอนมาและสิ่งทำทำต่าง ๆ ที่ต้องการเผชิญ ลองเอาใจเขามาใส่ใจเรา และมองสถานการณ์ปัจจุบันจากมุมมองของพวกเขาบ้าง

2. การมองหาจุดร่วมเมื่อเผชิญกับข้อโต้แย้งหรือการไม่เห็นด้วย จงมุ่งความสนใจในแง่ที่สามารถยอมรับได้ของฝ่ายตรงกันข้าม

3. จงระลึกว่าอาจมีคำตอบหลายคำตอบในแต่ละประเด็นปัญหา อย่าหยุดเพียงแต่คำตอบแรกเท่านั้น แต่จงจัดการกับปัญหาราวกับว่าได้รับปฎิหาริย์ ให้คำตอบที่เป็นทางเลือกอื่นให้ดูอย่างน้อย 3 ข้อ

กลยุทธ์ที่ 4 ความมุ่งมั่นการตัดสินใจที่จริงจัง เมื่อต้องการตัดสินใจที่จริงจัง เมื่อต้องมีการตัดสินใจทุกครั้งที่สำคัญควรศึกษาให้เหมือนกับว่าเรากำลังจะถูกตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านนั้นด้วย การประสานข้อมูลทุกอย่างที่สามารถหามาได้ไว้ประกอบการตัดสินใจด้วย และหลังจากทุกอย่างพร้อมก็จงเต็มใจที่จะให้ตรวจสอบ สำหรับขั้นตอนกลยุทธ์ที่ 4 นี้ คือ

1. สร้างเหตุผลสร้างผลให้ชัดเจน พร้อมกับแนวทางไปสู่คำตอบที่มีเหตุผลที่ละชั้น และในขณะเดียวกันก็ทบทวนเมื่อเสร็จในแต่ละขั้นตอน

2. เลือกคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้มากที่สุดแทนที่จะรอให้เกิดความแม่นยำที่สมบูรณ์ก่อน จะเห็นว่าในโลกนี้ยังมีสิ่งที่ไม่รู้อีกมากมายเกินกว่าจะแน่ใจกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างเต็ม 100% ได้ เมื่อได้มีการพิสูจน์สมมติฐานจนแน่ใจมากพอที่จะทำให้มีความกล้าในการตัดสินใจแล้วก็จงเชื่อมั่นในสิ่งนั้น และต้องตระหนักว่าอาจมีการแก้ไขด้วยเช่นกัน

3. ต้องตระหนักถึงความจำเป็นต้องมีข้อแลกเปลี่ยน หรือความเห็นที่สอดคล้องในการตัดสินใจ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ ในการตัดสินใจนั้นต้องนึกถึงบริบททางสังคมด้วย และพึงระลึกเสมอว่า การตัดสินใจของเรานั้นจะได้รับการดำเนินการให้เป็นผลสำเร็จในสภาพความเป็นจริง มิใช่การดำเนินการในความคิดจินตนาการที่เป็นอุดมคติ

ลักษณะความสามารถที่เกี่ยวกับการคิดเชิงวิพากษ์

ได้มีผู้ศึกษาลักษณะความสามารถต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ หรือพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงว่ามีความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ ดังนี้

Beyer (1985, p. 272) ได้ศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์และลักษณะความสามารถที่เกี่ยวกับการคิดเชิงวิพากษ์ ดังนี้

1. สามารถบ่งชี้ปัญหาได้
2. สามารถยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น
3. สามารถประเมินพยานหลักฐานหรือบุคคลได้ โดยพิจารณาต่อไปนี้
 - 3.1 รู้จักลักษณะประจำของบางสิ่งบางอย่างและสำนวนบางอย่าง
 - 3.2 รู้จักองค์ประกอบที่ใช้ความรู้สึกหรือความสำเร็จในการนำเสนอ
 - 3.3 จำแนกข้อมูลที่จริงและข้อมูลที่ไม่เป็นจริง
 - 3.4 จำแนกความสำคัญของหลักฐานได้
 - 3.5 รู้จักความเพียงพอของข้อมูล
 - 3.6 พิจารณาตัดสินว่า ความจริงใดสนับสนุนเป็นกรณีทั่วไป
 - 3.7 จำแนกระหว่างหลักฐานที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง
 - 3.8 ตรวจสอบความเกี่ยวข้องคล่องหรือความคงที่ของหลักฐาน
4. สามารถลงข้อสรุปอย่างถูกต้องมีเหตุผลสมควร

Beyer (1985, p. 272) ได้ศึกษา พบว่า การคิดเชิงวิพากษ์ เป็นการรวมทักษะที่ไตร่ตรอง รอบคอบหลายทักษะด้วยกัน ดังนี้

1. สามารถจำแนกระหว่างข้อความจริงที่พิสูจน์ได้กับข้อความที่อ้างตามความพอใจ
2. สามารถตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
3. สามารถตัดสินความถูกต้องแท้จริงของข้อความ
4. สามารถจำแนกสารสนเทศ คำกล่าวอ้างหรือเหตุผลที่สัมพันธ์กับประเด็นปัญหาได้
5. สามารถสืบหาความลำเอียงได้
6. สามารถบอกข้อตกลงเบื้องต้นที่แฝงอยู่ได้
7. สามารถบอกข้อโต้แย้งที่มีปัญหาและคลุมเครือ
8. สามารถบอกเกี่ยวกับความไม่เป็นไปตามหลักตรรกวิทยาหรือผิดหลักแนวทางการให้เหตุผล
9. ความสามารถจำแนกระหว่างข้ออ้างที่เป็นเหตุผลกับข้ออ้างที่ไม่เป็นเหตุผล
10. สามารถตัดสินความหนักแน่นของการอ้างเหตุผล

Beyer (1985, p. 272) กล่าวถึง ลักษณะความสามารถที่สำคัญสำหรับการคิดเชิงวิพากษ์ ดังนี้

1. สามารถเข้าใจความหมายของข้อความ
2. สามารถพิจารณาและตัดสินให้เหตุผลนั้นว่ามีความคลุมเครือหรือไม่

3. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความว่าขัดแย้งซึ่งกันและกันหรือไม่
4. สามารถพิจารณาและตัดสินนั้นว่าสรุปตามข้อมูลที่สนับสนุนหรือไม่
5. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความนั้นว่าเป็นลักษณะเฉพาะหรือไม่
6. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความว่ามีการนำหลักการไปประยุกต์ใช้หรือไม่
7. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความที่ได้จากการสังเกตนั้นว่าเชื่อถือได้หรือไม่
8. สามารถพิจารณาและตัดสินมีเหตุผลเพียงพอที่จะสรุปแบบอุปนัยได้หรือไม่
9. สามารถพิจารณาและตัดสินว่ามีการกำหนดปัญหานั้นแล้วหรือไม่
10. สามารถพิจารณาข้อความนั้นเป็นข้อตกลงเบื้องต้นหรือไม่
11. สามารถพิจารณาความพอเพียงขอคำนิยาม
12. สามารถพิจารณาข้อความที่กระทำโดยผู้เชี่ยวชาญว่าเป็นที่ยอมรับหรือไม่

การพัฒนาการคิดเชิงวิพากษ์

การคิดเชิงวิพากษ์ หากไม่ได้รับการนำไปใช้หรือลองปฏิบัติก็จะไม่เกิดการพัฒนา ดังนั้น นักวิชาการ ผู้เชี่ยวชาญก็ได้พยายามพัฒนาการคิดวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างต่อเนื่องโดยมีแนวทางการพัฒนา ดังนี้

มลิวัลย์ สมศักดิ์ (2540, น. 64) ได้เสนอกิจกรรมในการพัฒนาการคิดเชิงวิพากษ์ โดยแบ่งกิจกรรมออกเป็น 2 ประเภท คือ กิจกรรมการสอนของผู้สอนและกิจกรรมการเรียนของผู้เรียน กิจกรรมการสอนของผู้สอนมี 2 ประเภท คือ กิจกรรมการสอนและกิจกรรมสนับสนุนการสอน กิจกรรมการสอน ได้แก่ พิจารณาความพร้อมของผู้เรียนทบทวนความรู้พื้นฐาน บอกจุดมุ่งหมายของการสอน เสนองานหรือสถานการณ์ให้แก่ผู้เรียน กิจกรรมการสอนดังกล่าว เป็นขั้นตอนการเสนอเหตุการณ์กิจกรรม การสอนอีกประเภทหนึ่ง คือ กิจกรรมการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียน ได้แก่ แนะนำแหล่งข้อมูลใช้คำถามกระตุ้นให้คิด การให้การเสริมแรงเป็นกิจกรรมการสอน เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพหรือกิจกรรมสนับสนุนการคิดกิจกรรมการเรียนของผู้เรียนเป็นกิจกรรม การเรียนเพื่อฝึกการคิดกิจกรรมเหล่านี้แบ่งได้ 2 ประเภท คือ กิจกรรมฝึกการคิดและกิจกรรมประเมินผลการคิด กิจกรรมฝึกการคิด ได้แก่ ทบทวนทักษะความรู้เดิม การสำรวจปัญหา รวบรวมข้อมูล ตั้งสมมุติฐาน สรุปประเด็นปัญหาจับคู่แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ตรวจสอบคำตอบจากเพื่อน อภิปรายกลุ่มใหญ่กิจกรรมฝึกการคิดดังกล่าว เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องฝึกการคิดคนเดียวและฝึกการคิดร่วมกับบุคคลอื่น จึงแบ่งการฝึกกิจกรรมการคิดเป็น 2 ขั้นตอน คือ ฝึกการคิดเป็นรายบุคคล และฝึกการคิดร่วมกับบุคคลอื่น การฝึกการคิดร่วมกับบุคคลอื่น ได้แก่ จับคู่แลกเปลี่ยนความคิดเห็นตรวจสอบคำตอบกับเพื่อนและอภิปรายกลุ่มใหญ่การฝึกการคิดร่วมกับบุคคลอื่นแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การฝึกการคิดเป็นกลุ่มย่อยและการฝึกการคิดเป็นกลุ่มใหญ่

หรืออภิปรายกลุ่มใหญ่จึงแบ่งกิจกรรมการคิด ออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ฝึกการคิดเป็นรายบุคคลฝึก การคิดเป็นกลุ่มย่อยและอภิปรายผลการคิดส่วนกิจกรรมประเมินผล การคิด เป็นกิจกรรม ประเมินผลการคิดหลังจากฝึกกิจกรรมคิดของผู้เรียน เช่น พิสูจน์ การเลือกและตัดสินใจเกี่ยวกับ ปัญหา วิเคราะห์ตรวจสอบกระบวนการคิดกิจกรรมดังกล่าวเป็นการประเมินกระบวนการคิดของผู้เรียนหรือประเมินการคิดเกี่ยวกับการคิดจึงสรุปขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนประเมินการคิด

ทิสนา แชมมณี และคณะ (2544, น. 303) ได้ให้แนวโน้มในการพัฒนาการคิดเชิงวิพากษ์ คือ ตั้งเป้าหมายในการคิดระบุประเด็นในการคิด ประมวลข้อมูลทั้งทางด้านข้อเท็จจริง และความ คิดเห็นที่เกี่ยวกับประเด็นที่คิดทั้งทางกว้าง ลึก และไกล วิเคราะห์จำแนกแยกแยะข้อมูล จัดหมวดหมู่ของข้อมูลและเลือกข้อมูลที่สำคัญมาใช้ประเมินข้อมูลในแง่ความถูกต้อง ความ เพียงพอ และความน่าเชื่อถือใช้หลักเหตุผลในการพิจารณาข้อมูลเพื่อแสวงหาทางเลือกคำตอบที่ สมเหตุสมผล ตามข้อมูลที่มีเลือกทางที่เหมาะสมโดยพิจารณาถึงผลที่จะตามมา และคุณค่าหรือ ความหมายที่แท้จริงของสิ่งนั้น ไตร่ตรองทบทวนกลับไปกลับมาอย่างรอบคอบ ประเมินทางเลือก และลงความเห็นเกี่ยวกับประเด็นที่คิด

Gagne (อ้างถึงใน ทิสนา แชมมณี, 2544, น. 309-310) กล่าวถึง เทคนิคการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการคิดเชิงวิพากษ์ ดังนี้

1. สังเกต ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมรับรู้แบบปรนัยให้เกิดความเข้าใจ ได้ความคิดรวบยอด เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ สรุปเป็นใจความสำคัญครบถ้วนตรงตามหลักฐานข้อมูล
2. อธิบายให้ผู้เรียนตอบคำถามแสดงความคิดเห็นเชิงเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับสิ่งที่ กำหนด เน้นการใช้เหตุผล อ้างหลักฐานและข้อมูลประกอบให้มีความน่าเชื่อถือ
3. รับฟัง ให้ผู้เรียนฟังความคิดเห็น คำวิพากษ์วิจารณ์ ซึ่งมีผลต่อความคิดของตน เพื่อ ฝึกให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนความคิดดั้งเดิมของตนตามเหตุผลหรือข้อมูลที่ดี โดยไม่ใช้อารมณ์
4. เชื่อมโยงความสัมพันธ์ ให้ผู้เรียนเปรียบเทียบความแตกต่างและความคล้ายคลึงของ สิ่งต่าง ๆ ให้สรุปจัดกลุ่มสิ่งที่เป็นพวกเดียวกัน เชื่อมโยงเหตุการณ์เชิงสาเหตุและผล หากกฎเกณฑ์ การเชื่อมโยงในลักษณะอุปมาอุปไมย
5. วิเคราะห์จัดกิจกรรมให้วิเคราะห์เหตุการณ์ คำกล่าว แนวคิด หรือการกระทำแล้ว ให้ จำแนกหาจุดเด่น จุดด้อย ส่วนดี ส่วนเสีย ส่วนสำคัญไม่สำคัญจากสิ่งนั้นด้วยการยกเหตุผล หลักการมาประกอบการวิจารณ์
6. สรุปจัดกิจกรรมให้พิจารณาส่วนประกอบของการกระทำหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เชื่อมโยง เกี่ยวข้องกันแล้วให้สรุปผลอย่างตรงและถูกต้องตามหลักฐานข้อมูล

ประโยชน์ของการคิดเชิงวิพากษ์

ผู้ศึกษาได้รวบรวมประโยชน์ของการคิดเชิงวิพากษ์จากนักวิชาการ ผลงานวิจัยและเอกสารทางวิชาการ ดังนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2545, น. 18-28) ได้เปรียบเทียบประโยชน์ของการคิดเชิงวิพากษ์ไว้ว่า การคิดเชิงวิพากษ์เป็นเหมือนเข็มเงินที่เอาไว้จิ้มลงในถ้วยแห่งคำโฆษณาชวนเชื่อ เพื่อตรวจสอบว่าถ้วยนั้นมีพิษหรือเปล่าทำให้เราไม่บริโภคพิษนั้นเข้าไปตามคำโฆษณาชวนเชื่อ ช่วยเตือนสติไม่ให้หลงคล้อยตามการล่อลวง สอนให้รู้จักการตั้งข้อสังเกต ตั้งคำถามที่ท้าทาย เพื่อใช้เหตุผลในการสืบค้นหาความจริง เพื่อส่งเสริมให้มีความยุติธรรมสามารถประเมินและตัดสินสิ่งต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพและมีความรับผิดชอบ

Ennis (1985, pp. 45-48 อ้างถึงใน ทิศนา ขัมมณี และคณะ, 2544, น.54-57) กล่าวว่า เป็นการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลเพื่อมุ่งตัดสินใจว่า สิ่งใดควรเชื่อ หรือสิ่งใดควรทำ อันจะนำไปสู่การตัดสินใจในสภาพการณ์ต่าง ๆ การคิดเชิงวิพากษ์ ประกอบไปด้วย ลักษณะของผู้ที่มีความคิดเชิงวิพากษ์ ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ดังนี้ คือ เป็นผู้มีใจกว้างยอมรับฟัง และพิจารณาความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นถือมั่นในความคิดของตนเป็นหลักการตัดสินใจ ต้องมีข้อมูลประกอบเพียงพอ ทั้งยังต้องมีความไวต่อความรู้สึกของผู้อื่น เข้าใจผู้อื่น สามารถเปลี่ยนความคิดเห็นที่ตนมีอยู่ได้ ถ้ามีข้อมูลที่มีเหตุผลมากกว่าและยังมีลักษณะกระตือรือร้นในการค้นหาข้อมูลความรู้ และที่สำคัญอย่างยิ่ง คือ ทำให้เป็นผู้มีเหตุผล

สรุปว่า ประโยชน์ของการคิดเชิงวิพากษ์นั้น เมื่อได้ฝึกการคิดวิพากษ์อย่างสม่ำเสมอ จะทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลและประเมินและตัดสินสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้จักค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองเมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติหรือได้รับการฝึกให้คิดเชิงวิพากษ์จะให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปพัฒนาตนเองให้เป็นผู้ที่มีเหตุผลและ มีการตัดสินใจที่ถูกต้องในหลักการของเหตุผล

เครื่องมือวัดการคิดเชิงวิพากษ์

สำหรับเครื่องมือการคิดเชิงวิพากษ์ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ โดยผู้วิจัยได้รวบรวมนำมาเสนอ ดังนี้

1. แบบวัดการคิดเชิงวิพากษ์ Watson-Glaser Thinking Appraisal (อ้างถึงใน ภูธร สุคันทรณิข, 2559, น. 79) ซึ่งเป็นแบบวัดการคิดเชิงวิพากษ์ที่ออกแบบสำหรับวัดทักษะการคิดรายบุคคล ผู้สอบจะได้รับการประเมินเกี่ยวกับการอ่าน ซึ่งประกอบไปด้วย ปัญหา เรื่องราวสถานการณ์ ข้อโต้แย้งแบบวัดการคิดเชิงวิพากษ์ฉบับล่าสุดมี 2 แบบ คือ แบบวัดการคิดเชิงวิพากษ์ฟอร์ม A (WGCTA-A) ประกอบด้วย ข้อสอบจำนวน 80 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 60 นาที มีค่าความ

เชื่อกันแบบแบ่งครึ่ง เท่ากับ 0.69 ถึง 0.85 และแบบวัดการคิดเชิงวิพากษ์ฟอร์ม B (WGCTA-B) ประกอบด้วย ข้อสอบจำนวน 40 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 45 นาที มีค่าความเชื่อมั่น ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา เท่ากับ 0.81 แบบวัดทั้งสอง 2 แบบ ประกอบด้วย การวัดใน 5 ด้าน ดังนี้

1.1 ความสามารถในการสรุปอ้างอิงหรือสรุปความเป็นความสามารถในการตัดสินใจ เพื่อจำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปว่าข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จลักษณะของแบบย่อยนี้ มีการกำหนดสถานการณ์มาให้แล้วมีข้อสรุปของสถานการณ์ 3-5 ข้อสรุป จากนั้น ผู้ตอบจะต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปแต่ละข้อเป็นเช่นไร โดยเลือกจากตัวเลือก 5 ตัวเลือก ได้แก่ เป็นจริง (True) น่าจะเป็นจริง (Probably True) ข้อมูลที่ให้ไม่เพียงพอ (Insufficient) และเป็นเท็จ (False)

1.2 ความสามารถในการตระหนักข้อตกลงเบื้องต้นลักษณะของแบบย่อยนี้ มีการกำหนดสถานการณ์มาให้แล้วมีข้อความตามสถานการณ์ละ 2-4 ข้อ จากนั้น ผู้ตอบจะต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปในแต่ละข้อข้อใดเป็นหรือไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์

1.3 ความสามารถในการนิรนัยเป็นการวัดความสามารถในการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากข้ออ้างโดยใช้ตรรกศาสตร์ลักษณะของแบบย่อยนี้มีการกำหนดข้ออ้าง มาให้ 1 ข้ออ้าง (Paragraph) แล้วมีข้อสรุปตามมาข้ออ้างละ 2-4 ข้อ จากนั้นผู้ตอบจะต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปในแต่ละข้อเป็นข้อสรุปที่จำเป็น เป็นไปได้หรือไม่เป็นไปตามข้ออ้างนั้น

1.4 ความสามารถในการตีความเป็นการวัดความสามารถในการให้นำหน้าหลักฐานเพื่อตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุปลักษณะของแบบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้แล้วมีสรุปตามสถานการณ์ละ 2-3 ข้อ จากนั้น ผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินข้อสรุปในแต่ละข้อว่าน่าเชื่อถือหรือไม่น่าเชื่อถือภายใต้สถานการณ์นั้น

1.5 ความสามารถในการประเมินข้ออ้างหรือข้อโต้แย้งเป็นการวัดความสามารถในการจำแนกการใช้เหตุผลว่าสิ่งใดเป็นความสมเหตุสมผลลักษณะของแบบย่อยนี้มีการกำหนดชุดของคำถามเกี่ยวกับประเด็นปัญหาสำคัญมาให้ ซึ่งแต่ละคำถามมีชุดของคำตอบพร้อมเหตุผลกำกับจากนั้นผู้ตอบจะต้องพิจารณาตัดสินว่าคำตอบใดมีความสำคัญเกี่ยวข้องโดยตรงกับคำถามหรือไม่ และให้เหตุผลประกอบ

2. แบบวัดการคิดเชิงวิพากษ์ Rose Test of Higher Cognition Process (อ้างถึงใน ภูธร สุคันธวิช, 2559, น. 80) แบบวัดการคิดเชิงวิพากษ์ฉบับนี้ สร้างโดย Jonh, D. Ross, & Catherine, M. Ross (1976) จากนั้น มีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องจนล่าสุด ปี ค.ศ. 1979 แบบวัดฉบับนี้ใช้วัดการคิดเชิงวิพากษ์ของเด็กตั้งแต่วัย 4 จนถึงระดับ 6 โดยความสามารถของเด็กใน

ด้านการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่า ซึ่งสร้างขึ้นตามจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูม (Bloom's Taxonomy of Education Objectives) ข้อสอบมีทั้งสิ้น 105 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย

- 2.1 การอุปมาอุปมัย (Analogies)
- 2.2 การอ้างเหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reason)
- 2.3 ข้ออ้างที่อ้างผิด (Missing Premises)
- 2.4 ความสัมพันธ์นามธรรม (Abstract Relation)
- 2.5 การจัดลำดับ (Sequential Synthesis)
- 2.6 ยุทธวิธีการตั้งคำถาม (Questioning Strategies)
- 2.7 การวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง (Analysis of Relevant and Irrelevant Information)
- 2.8 การวิเคราะห์การอ้างเหตุผล (Analysis of Attributes)

ซึ่งแต่ละขั้นตอนของแบบวัดจะวัดได้ ดังนี้ ตอนที่ 1 ตอนที่ 3 และตอนที่ 7 จะการวัดความสามารถในขั้นวิเคราะห์ ตอนที่ 4 ตอนที่ 5 และตอนที่ 8 จะเป็นการวัดความสามารถขั้นการสังเคราะห์ ส่วนตอนที่ 2 และตอนที่ 6 จะเป็นการวัดความสามารถขั้นการประเมินในการดำเนินการสอบจะแบ่งสอบเป็นสองช่วง โดยช่วงที่ 1 จะสอบเด็กตั้งแต่ตอนที่ 1 ถึงตอนที่ 5 และช่วงที่ 2 ตั้งแต่ตอนที่ 6 ถึงตอนที่ 8 โดยแต่ละครั้งจะใช้เวลาทดสอบ 60 นาที

3. แบบวัด New jersey Test of reason Skills (อ้างถึงใน ภูธร สุคันธวิช, 2559, น. 81) แบบวัดทักษะ การให้เหตุผลของ นิวเจอร์ซี ถูกสร้างขึ้น โดยสถาบันส่งเสริมด้านปรัชญาสำหรับเด็ก (Institute for the Advancement of Philosophy of Children) ในปี ค.ศ. 1983 แบบวัดนี้สามารถวัดการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียนตั้งแต่อายุเกรด 5 ถึงระดับนักศึกษามหาวิทยาลัยเป็นแบบปรนัย 3 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ซึ่งใช้วัดความสามารถด้านการให้เหตุผลทางภาษาจำนวน 4 ด้าน คือ การระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption) การอุปนัย (Induction) การอ้างเหตุผลที่ดี (Good Reasons) และชนิดกับระดับ (Kind and Degree)

4. แบบวัดการคิดเชิงวิพากษ์ของ Ennis, & Weir (1985 อ้างถึงใน ภูธร สุคันธวิช, 2559, น. 81) เป็นแบบทดสอบนี้เป็นแบบเขียนตอบอิสระใช้สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาและระดับปริญญา ต้องการทดสอบประเด็นการคิดที่สำคัญเกี่ยวกับการจับประเด็นการพิจารณาเหตุผลและข้อตกลงเบื้องต้น การเสนอประเด็นของตนเอง การให้เหตุผลที่ดี การพิจารณาประเด็นหรือคำอธิบายที่เป็นไปได้ของผู้อื่น

เกณฑ์ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ มีดังนี้

- 4.1 สามารถกำหนดเป้าหมายในการคิดอย่างถูกต้อง
- 4.2 สามารถระบุประเด็นในการคิดได้อย่างชัดเจน
- 4.3 สามารถประมวลข้อมูลทั้งทางด้านข้อเท็จจริงและความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นที่คิดทั้งทางกว้างทางลึก และไกล
- 4.4 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลและเลือกข้อมูลที่จะใช้การคิดได้
- 4.5 สามารถประเมินข้อมูลได้
- 4.6 สามารถใช้หลักเหตุผลในการพิจารณาข้อมูลและเสนอคำตอบ/ทางเลือกที่สมเหตุสมผลได้
- 4.7 สามารถเลือกทางเลือก/ลงความเห็นในประเด็นที่คิดได้

จากที่ได้กล่าวมาจะเห็นได้ว่า เครื่องมือที่ใช้วัดการคิดเชิงวิพากษ์สามารถที่จะวัดได้ในหลายรูปแบบแต่สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เครื่องมือการวัดการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของ Ennis, & Weir (1985) และได้ทำการศึกษาค้นคว้าจนสรุปได้ว่าการคิดเชิงวิพากษ์สามารถวัดได้จากประเด็นการคิดที่สำคัญเกี่ยวกับการจับประเด็นพิจารณาเหตุผล และข้อตกลงเบื้องต้น การเสนอประเด็น การใช้เหตุผลที่ดี การพิจารณาประเด็นหรือคำอธิบายที่เป็นไปได้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในองค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Ennis and Weir (1985) คือ 1) ทักษะการนิยาม 2) ทักษะการตัดสินใจข้อมูล 3) ทักษะการอ้างอิง การแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล มีลักษณะเป็นแบบวัดแบบเขียนตอบอิสระ (Ennis, 1985, pp. 58-62)

ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดเชิงวิพากษ์ ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีแนวคิดการคิดเชิงวิพากษ์ของ Ennis (1985) เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ถึงแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ โดย Ennis (1985) ได้กล่าวว่า การคิดเชิงวิพากษ์เป็นการคิดไตร่ตรองพิจารณาอย่างมีเหตุผลที่เน้นการตัดสินใจเพื่อลงข้อสรุปว่าจะทำหรือเพื่อสิ่งใด แต่ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาทฤษฎีและแนวคิดต่าง ๆ พบว่า ในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์นั้น จะต้องมีการนำเอาความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามที่ วาริรัตน์ แก้วอุไร (2543) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือความสามารถของพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ เนื่องจากในขณะที่ทำการทดลองผู้ทดลองจะได้ฝึกฝนในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดรวมทั้งการตอบคำถามได้อย่างถูกต้องโดยใช้เหตุผล

หลักเกณฑ์ของความรู้ และผลการทดลองเป็นข้อมูลในการแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการใช้กระบวนการต่าง ๆ อีกทั้งจะต้องมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ตามที่ Lawson (2009) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือความคิดของมนุษย์ที่ใช้แสวงหาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากการสำรวจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ จนกระทั่งสามารถลงข้อสรุปขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

ดังนั้นจากการวิเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีของการวิพากษ์ของ Ennis (1985) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของวารีย์ตัน แก้วอุไร (2543) และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ Lawson (2009) โดยผู้วิจัยจึงได้สังเคราะห์ความหมายของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ ได้ว่า ความสามารถในการคิดไตร่ตรองพิจารณาระบุดสำคัญๆของประเด็นปัญหาทั้งที่ปรากฏและไม่ปรากฏโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาตัดสินข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา โดยพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น การทดลอง การรวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ เพื่อลงข้อสรุปขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเป็นรูปแบบที่นำการโต้แย้ง และการตรวจสอบโดยเพื่อนมาบูรณาการร่วมกับการสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างบริบทในการโต้แย้งให้กับนักเรียน ซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยหลักฐานและเหตุผล ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และการเรียนการสอนสืบเสาะ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ มีศักยภาพในการค้นหาและนำเสนอหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อสนับสนุนข้อสรุปอย่างมีเหตุผล ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเกี่ยวกับการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีประเด็นที่น่าสนใจ 5 ประเด็น ได้แก่ 1) ความสำคัญของการโต้แย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 2) ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และ 3) ประโยชน์ของการโต้แย้งต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 4) เป้าหมายและวิธีการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียน

การสอนสร้างข้อโต้แย้ง และ 5) บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสร้างข้อโต้แย้งแต่ละประเด็นมีรายละเอียด ดังนี้

1. ความสำคัญของการโต้แย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การศึกษาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้มุ่งเน้นศึกษาการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสำคัญต่อการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ทั้งการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (NSES) ได้ให้ความสำคัญกับการโต้แย้ง ที่ได้กล่าวไว้ว่า "การสืบเสาะควรพิจารณาทั้งกระบวนการของการสำรวจการทดลอง การอธิบายและการโต้แย้ง" อีกทั้งยังให้คำแนะนำว่าในกระบวนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เข้าสู่กระบวนการโต้แย้งมากขึ้น (National Research Council, 1996, p. 113) ซึ่งถ้าหากพิจารณากระบวนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา พบว่ายังคงมีการปฏิบัติบนฐานของ "Positivist View" คือ มีมุมมองว่า วิทยาศาสตร์ คือ การสังเกตและการทดลอง โดยเน้นผล การทดลองและการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เป็นการทำให้กระบวนการสร้างความรู้ถูกมองข้ามไปในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา ด้วยเหตุนี้ นักวิทยาศาสตร์จึงพยายามเปลี่ยนมุมมองใหม่ โดยเน้นว่าวิทยาศาสตร์คือกระบวนการสร้างความรู้ เป็นกระบวนการทางสังคมและกิจกรรมหลักของวิทยาศาสตร์ คือ การโต้แย้ง (Driver, Newton, & Osborne, 2000, pp. 289-290) ขณะที่ Berland, & Reiser (2008) อธิบายว่า "วิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมทางสังคม โดยมีหัวใจสำคัญ คือ การโต้แย้ง การศึกษาวิทยาศาสตร์ควรเน้นการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมวิธีการคิดโดยไม่ได้จำกัดเพียงแค่การคิดให้ได้ซึ่งความรู้และข้อเท็จจริงเท่านั้น ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้การโต้แย้งจึงควรให้นักเรียนได้มีโอกาสในการเข้าถึงการปฏิบัติดังเช่นนักวิทยาศาสตร์ และการโต้แย้งคือส่วนสำคัญของกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์"

นอกจากนี้ ยังพบว่าในสังคมปัจจุบันเต็มไปด้วยความขัดแย้งต่าง ๆ มากมาย และมีประเด็นที่เป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้น การที่นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์ และอยู่ในสังคมของวิทยาศาสตร์ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่นักเรียนควรที่จะได้เรียนรู้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะสามารถหยาบยกลักษณะที่เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์มีความน่าเชื่อถือมาพิจารณาเพื่อลงความคิดเห็นหรือตัดสินใจว่าจะเลือกอย่างไร นักเรียนควรมีความสามารถในการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นที่มีความคิดเห็นไม่ตรงกัน และควรมีความพยายามหาหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือมายืนยันข้อกล่าวอ้างให้อีกฝ่ายเห็นตรงกับความคิดของเราให้ได้ (Toulmin, 2003) การโต้แย้งจึงเป็นส่วนหนึ่งของทักษะ การสื่อสาร และเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นั้นประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant)

หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counter argument) และเหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ (Supportive argument) ในขณะที่ Kuhn (1993) ได้กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญในกระบวนการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เป็นความพยายามในการตรวจสอบความสมเหตุสมผล หรือการปฏิเสธข้อกล่าวอ้างบนพื้นฐานของเหตุผล

อีกหนึ่งมุมมองเกี่ยวกับการโต้แย้งที่สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการโต้แย้งที่มีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การโต้แย้งสามารถส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน มีศักยภาพในการค้นหาและนำเสนอหลักฐานเชิงประจักษ์ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ และช่วยพัฒนาทักษะในการทำงานร่วมกัน (Collaborative work) (Erduran, Osborne, & Simon, 2004) การโต้แย้งยังสามารถทำให้บรรลุเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ได้ เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิธีการสร้างความรู้ การอธิบายและการประเมินความรอบรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ (Sampson and Clark, 2009, p. 451) นอกจากนี้ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ สามารถช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อื่นๆ ทั้งด้านการพูดและการเขียนทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงสามารถช่วยส่งเสริมและพัฒนาการให้เหตุผลในการเลือกทฤษฎีหรือข้อสันนิษฐานที่มีความเป็นเหตุเป็นผลได้ (Kuhn, 1993)

2. ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความหมายของการโต้แย้ง และการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 ความหมายของการโต้แย้ง

นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการโต้แย้งไว้ ดังนี้

Van Emeren (1995, p. 154) กล่าวว่า "การโต้แย้ง หมายถึง การตอบสนองต่อความสงสัย ความคิดเห็นที่ตรงกันข้าม วัตถุประสงค์ หรือการแย้งต่อสิทธิ ซึ่งมีการสร้างและการให้เหตุผลหรือคัดค้าน เพื่อแก้ไขปัญหาที่มีความคิดเห็นต่างกัน"

Kuhn, & Udell (2003, p. 1245) กล่าวว่า "การโต้แย้ง หมายถึง กระบวนการสนทนาระหว่างบุคคลสองฝ่าย หรือมากกว่า ซึ่งเป็นการสนทนาเพื่อทำการโต้แย้งข้อกล่าวอ้างที่ตรงข้ามกับความคิดของตน"

Van Emeren, & Grootendorst (2004, p. 1) กล่าวว่า "การโต้แย้ง คือ กิจกรรมที่เป็นคำพูด เหตุผล และเป็นกิจกรรมทางสังคม ที่มีจุดมุ่งหมาย เพื่อจูงใจด้วยการวิจารณ์เหตุผลในจุดยืนที่เป็นที่ยอมรับของกลุ่ม ซึ่งแสดงจุดนั้นด้วยการอธิบาย หรือปฏิเสธข้อเสนอม"

Jimenez –Alexandre, & Erduran (2007, p. 3) ได้ให้ความหมายของการโต้แย้งใน 2 มุมมอง คือ 1) การโต้แย้งเป็นการอธิบายความรู้ โดยใช้เหตุผล ทฤษฎีและหลักฐานเชิงประจักษ์ จากมุมมองนี้หมายถึงการสร้างความหมายของแต่ละบุคคลที่เกิดขึ้นในความคิด การเขียนหรือการพูดคุยโดยใช้หลักฐานและเหตุผลในการประเมิน และตัดสินข้อกล่าวอ้าง 2) การโต้แย้ง คือ การสร้างความหมายทางสังคมการโต้เถียง หรือการถกเถียงระหว่างบุคคล เป็นกิจกรรมทางสังคมที่บุคคลพยายามโน้มน้าวผู้อื่นด้วยการพูดหรือ เขียนข้อเขียนเฉพาะเรื่อง

Koisto, & Ratcliffe (2007, p. 118) กล่าวว่า “การโต้แย้ง คือ การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการมี 2 แบบ คือ การโต้แย้งแบบบุคคล และการโต้แย้งแบบสังคม ความหมายในแบบของบุคคลเกี่ยวข้องกับสำนวนโวหารและสถานการณ์ที่มีการสร้างมุมมองที่เป็นจุดยืนของตนเอง ส่วนความหมายในแบบของสังคมเป็นการโต้แย้งระหว่างบุคคล”

Bricker, & Bell (2008, p. 474) กล่าวว่า “การโต้แย้ง หมายถึง การอภิปรายหรือโต้แย้งที่หมายรวมถึงการค้นหาความหมาย ทำความเข้าใจและการให้เหตุผล”

Sampson, & Clark (2009, p. 456) กล่าวว่า “การโต้แย้ง หมายถึง กระบวนการในการสร้างคำอธิบาย สร้างข้อโต้แย้งและวิจารณ์เนื้อหาและผลผลิตของกระบวนการสืบเสาะ”

2.2 ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

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

Norris et al. (2007) กล่าวว่า “การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความพยายามที่จะสร้างหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อสรุปที่อยู่บนฐาน เหตุผล”

Stark et al. (2009, p. 52) กล่าวว่า “การโต้แย้งเชิง วิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้กฎและการใช้หลักฐานสนับสนุน เพื่อเขียนข้อกล่าวอ้าง หรือหมายถึงกระบวนการสร้างข้อเสนอกจากข้อเท็จจริงหรือข้อมูล”

Berland, & Reiser (2011, p. 192) กล่าวว่า “การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การปฏิบัติทางสังคมที่แสดงถึงกระบวนการที่สมาชิกในสังคมสร้างความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ โดยใช้การศึกษาประเมินผล วิพากษ์วิจารณ์และปรับปรุง ข้อกล่าวอ้าง”

3. ประโยชน์ของการโต้แย้งต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ให้มุมมองของการโต้แย้งว่าเป็นการปฏิบัติอันเป็นหัวใจของสังคมวิทยาศาสตร์ และสมควรอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยได้กล่าวถึงประโยชน์ของการโต้แย้งไว้ ดังต่อไปนี้

Newton et al. (1999 as cited in Dawson, & Venville, 2010, p. 134) กล่าวถึงประโยชน์การใช้การโต้แย้งในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การโต้แย้งเป็นกระบวนการในการพัฒนาและตรวจสอบความถูกต้อง ในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น หากนักเรียนได้มีโอกาสในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ก็จะเป็นการเริ่มต้นในการทำความเข้าใจและการอภิปรายเชิงวิทยาศาสตร์ และยังสามารถเข้าใจวิธีการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

2. กิจกรรมของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่ให้โอกาสผู้ที่มีส่วนร่วมได้อภิปรายนั้น จะทำให้นักเรียนได้อภิปรายและเปลี่ยนความเข้าใจในทัศนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการในการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะการพูดหรือเขียนเป็นการอธิบาย มโนทัศน์ ส่งเสริมการคิดตัดสินใจ ทำให้เกิดความเข้าใจในมโนทัศน์วิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

3. ทักษะการโต้แย้งสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลคิดอย่างมีวิจารณญาณ เข้าใจและนำเสนอข้อโต้แย้งในเชิงตรรกะ และมีความเชื่อมโยงต่อกัน อีกทั้งการเขียนข้อโต้แย้งยังส่งเสริมการมีส่วนร่วมในสังคมอันเป็นสิ่งที่คาดหวังในสังคมประชาธิปไตย

Jimenez-Alexander, & Erduran (2007, p. 5) ได้สรุปประโยชน์ของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ จากการศึกษา เอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ไว้ดังนี้

1. การโต้แย้งช่วยส่งเสริมกระบวนการเข้าถึงปัญหาและเมตาดาคกอนิชั่น ซึ่งเป็นลักษณะที่มีความสำคัญ โดยประโยชน์ด้านนี้มาจากมุมมองทางปัญญา และการพิจารณาว่าห้องเรียนเปรียบเสมือนสังคมของนักเรียน

2. ในมุมมองด้านทฤษฎีการสื่อสาร และมุมมองด้านสังคมและวัฒนธรรม การโต้แย้งช่วยส่งเสริมพัฒนาการของสมรรถนะการสื่อสารและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3. ในมุมมองด้านการศึกษา ภาษา และสังคม การโต้แย้งช่วยส่งเสริมความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นกระบวนการในการพัฒนาการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์

4. ในมุมมองด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะด้านทฤษฎีความรู้ การโต้แย้งช่วยส่งเสริมวัฒนธรรมการปฏิบัติแบบนักวิทยาศาสตร์ และพัฒนาเกณฑ์ในการประเมินความรู้

5. ในมุมมองด้านปรัชญาวิทยาศาสตร์ การโต้แย้งช่วยส่งเสริมพัฒนาการของการให้เหตุผล โดยเฉพาะการให้เหตุผลกับทฤษฎีหรือจุดยืนที่แตกต่างกัน

นอกจากนี้ ได้สรุปประโยชน์ของ การโต้แย้งตามเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ ซึ่งกล่าวว่า "การศึกษาวิทยาศาสตร์มี เป้าหมายสำคัญ 2 ประการ คือ 1) วิทยาศาสตร์เพื่อปวงชน (Science for all) และ 2) วิทยาศาสตร์เพื่อนักวิทยาศาสตร์ที่คาดหวัง (Science for prospective scientist) การโต้แย้งสามารถทำให้นักเรียนเข้าถึงเป้าหมายทั้งสองได้ เพราะเป็นการพัฒนากระบวนการทางปัญญาขั้นสูง สามารถเข้าถึงวัฒนธรรมของการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และสร้างความเข้าใจในทฤษฎีความรู้"

4. รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง

รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง (The Generate an Argument Model) ถูกพัฒนาขึ้นโดยนักการศึกษาชื่อ Victor Sampson และ Jonathan Grooms ในปี 2010 โดยรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวมีรากฐานมาจากรายงานวิจัยของนักการศึกษาหลายท่าน ได้แก่ งานวิจัยของ Osborne, Erduran, & Simon ในปี 2004 งานวิจัยของ Sandoval, & Reiser ในปี 2004 งานวิจัยของ Sampson, & Clark ในปี 2008 และงานวิจัยของ Berland, & Reiser ในปี 2008 รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งเป็นรูปแบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการพัฒนาความเข้าใจเชิงลึกของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และความสำคัญของเนื้อหา รวมถึงช่วยพัฒนาการให้เหตุผลที่ซับซ้อน ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เข้าใจธรรมชาติและการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาทักษะการสื่อสาร และยังสามารถช่วยพัฒนาจิตนิสัยเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific habits of mind) เช่น ความอยากรู้อยากเห็น ความสงสัย การเปิดรับความคิดใหม่ ๆ และยังเป็นมาตรฐานใหม่ในการพิจารณาความรู้ที่เป็นที่ยอมรับในวิทยาศาสตร์ (Sampson, & Grooms, 2010)

รูปแบบการเรียนการสอนสร้างข้อโต้แย้ง มีขั้นตอนการเรียนการสอนทั้งหมด 4 ขั้นตอน โดยในแต่ละขั้นตอนมีเป้าหมายและวิธีการจัดการเรียนการสอน มีรายละเอียด ดังนี้ (Sampson, & Grooms, 2010, pp. 32-37)

1. การระบุภาระงาน ปัญหา และคำถาม (Identification of task, problem, or question) เป็นขั้นตอนที่ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดการสงสัยในปัญหา และคำถามในเรื่องที่กำลังจะศึกษา ทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นสำหรับเรื่องที่จะศึกษา และนำเข้าสู่การระบุภาระงานให้กับนักเรียน พร้อมทั้งชี้แจงกิจกรรมที่นักเรียนต้องทำให้นักเรียนทราบ ในขั้นนี้ครูควรนำเสนอประเด็นปัญหาที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย และ กำหนดประเด็นในการโต้แย้ง พร้อมทั้งมอบหมายและชี้แจงขั้นตอนการทำภาระงานในการสร้างข้อโต้แย้งให้กับนักเรียน โดยในขั้นนี้ นักเรียนต้องร่วมกันออกแบบการทดลองเพื่อใช้ในการสำรวจ ตรวจสอบในขั้นต่อไป ขั้นนี้จะสำเร็จ ล่วงไปได้ ควรใช้เอกสาร (Handout) และคำแนะนำโดยย่อที่ แสดงให้เห็นถึงปรากฏการณ์

ธรรมชาติหรือเหตุการณ์ที่ขัดแย้งกัน เช่น บางสิ่งบางอย่างที่ทำให้นักเรียนประหลาดใจ หรือเป็นปัญหาสำหรับนักเรียนเพื่อใช้สำรวจตรวจสอบ และใช้คำถามที่ ต้องการให้นักเรียนตอบ โดยเอกสารที่นำมาให้นักเรียนควรประกอบด้วยข้อมูล ทฤษฎีหรือกฎทาง วิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาการโต้แย้งของนักเรียน และมีเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินคุณภาพของข้อโต้แย้งของนักเรียน เช่น ความเพียงพอของคำอธิบาย คุณภาพของหลักฐาน เป็นต้น

2. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Generation a tentative argument) เป็นขั้นที่นักเรียนได้สร้างข้อสรุปจากข้อมูล ทฤษฎีและกฎ ด้วยการทำงานเป็นกลุ่มประมาณ 5-6 คน จากนั้นร่วมกันเสนอ อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประเมินข้อมูลมาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่ม โดยข้อโต้แย้ง จะประกอบด้วย 1) ข้อสรุป คือ คำตอบของคำถามในการศึกษา 2) หลักฐาน เป็นข้อมูลที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษาเพื่อสนับสนุนข้อสรุป โดยลักษณะของข้อมูลอาจจะเป็นได้ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ และ 3) การให้เหตุผลเป็นข้อมูลที่ใช้ในการอธิบาย เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน หลังจากนั้นเขียนข้อโต้แย้งลงในสื่อที่แสดงได้ง่ายและมองเห็นชัด เช่น กระดาษปอฟู เป็นต้น ขั้นสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้ถูกออกแบบ เพื่อมุ่งเน้นความสนใจของนักเรียนในเรื่องความสำคัญของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้เรียนรู้ว่านักวิทยาศาสตร์ต้องสามารถสนับสนุนการสรุป คำอธิบาย หรือคำตอบในคำถาม การวิจัยที่ต้องมีหลักฐานและคำชี้แจงเหตุผลอย่างเหมาะสม ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนได้พัฒนามาตรฐานใหม่สำหรับการพิจารณาหลักฐานและความเพียงพอของการให้เหตุผลที่อธิบายว่า หลักฐานนั้นมีข้อสรุปอย่างไร และทำไมหลักฐานนั้นสมควรได้รับการสนับสนุน ในการสร้างข้อโต้แย้งเป็นขั้นตอนที่ท้าทายสำหรับนักเรียน เพราะไม่บ่อยนักที่นักเรียนจะมีโอกาสในการทำความเข้าใจธรรมชาติของปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูลดิบ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นครูควรจะได้เดินดูกลุ่มต่าง ๆ เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลประเภทบุคคล เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนกำลังคิดในสิ่งที่กำลังทำ และทำไมจึงทำเช่นนั้น โดยครูอาจใช้คำถามเพื่อกำกับไม่ให้นักเรียนออกนอกประเด็น

3. กิจกรรมการโต้แย้ง (Interactive poster session) เป็นขั้นที่จัดให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้มีการโต้แย้งระหว่างกัน โดยวิธีการโต้แย้งจะมีการกำหนดประเด็นการโต้แย้ง นิยามศัพท์สำคัญที่เกี่ยวข้องกับประเด็นการโต้แย้ง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้ง และให้นักเรียนกลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นต่อข้อโต้แย้งนั้นพร้อมให้เหตุผลประกอบ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้ความแตกต่างระหว่างความคิดที่ใช้เกณฑ์ในการประเมินวิทยาศาสตร์ และพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น เช่น การจัดการความคิด ความสงสัย และการยืนยันการให้เหตุผลและข้อสันนิษฐานที่มี

ความชัดเจนและการยืนยันข้อกล่าวอ้างที่ถูกสนับสนุนด้วยเหตุผลที่ถูกต้องและมีหลักฐานที่เชื่อถือ อย่างไรก็ตามสิ่งสำคัญที่ให้ข้อสังเกต คือ กิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมที่นักเรียนยังไม่คุ้นเคย จึงเป็นเหตุผลว่าเหตุใดนักเรียนจึงต้องสร้างข้อโต้แย้งก่อน

4. การเขียนสิ่งที่ได้เรียน (Write to learn) เป็นขั้นตอนที่ครูสรุปการอภิปราย โดยการเชื่อมโยงกิจกรรมและมโนทัศน์หลักของเรื่องที่ศึกษา จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเองอีกครั้ง ด้วยการประเมินหลักฐาน การให้เหตุผลและของข้อสรุป ของกลุ่มอื่นทั้งหมด และนักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปในสิ่งที่ได้เรียนรู้ และการได้มาซึ่งความรู้ ความเข้าใจของตนเอง ในขั้นสุดท้ายของรูปแบบการเรียนการสอนนี้ ครูควรชี้แนะนักเรียนในประเด็นที่จำเป็นต่อข้อสรุปที่เพียงพอ วิธีการประเมินหลักฐานที่ดีและเหตุผลอื่น ๆ ที่ใช้ในการเชื่อมโยงข้อสรุป ทั้งนี้ นักเรียนควรทำการประเมินและสรุปข้อโต้แย้งให้มีคุณภาพดีเท่ากับกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งครูควรสรุปการอภิปราย โดยการเชื่อมโยงกิจกรรมและมโนทัศน์หลักในเรื่องที่ศึกษาให้มีความชัดเจน เพื่อช่วยในการทำความเข้าใจของนักเรียน ครูควรให้โอกาสนักเรียนเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้ และการได้มาซึ่งความรู้ ซึ่งการเขียนข้อโต้แย้งนี้ถูกรวมอยู่ในรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้ง เพราะการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักวิทยาศาสตร์จะต้องสามารถแลกเปลี่ยนข้อสรุปของงานวิจัยของตนเองผ่านการเขียน การเขียนจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการรู้คิด (Metacognition) ช่วยปรับปรุงแก้ไขข้อความ เข้าใจในเนื้อหา และสามารถคิดได้อย่างชัดเจน และกระชับขึ้น

รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ

คำว่า "Inquiry" ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้นั้น นักการศึกษาได้ใช้ชื่อต่าง ๆ กันไป เช่น การสืบสอบ การสืบสวนสอบสวน การสอบสวน การค้นพบ การแก้ปัญหา การสืบเสาะ และการสืบเสาะหาความรู้ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้คำว่า "การสืบเสาะ" โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนสืบเสาะ ซึ่งมีประเด็นนำเสนอ 2 ประเด็น ได้แก่ 1) ความหมายของการเรียนการสอนสืบเสาะความรู้ 2) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนสืบเสาะ มีรายละเอียด ดังนี้

1. ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

นักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะ ดังนี้

ปรมาภรณ์ อนุพันธ์ (2544, น. 36) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญและส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดเพื่อค้นคว้าหาความรู้ความจริงด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้ตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นคว้าวิธีการแก้ปัญหาได้เอง

ไสว พักขาว (2544, น.102) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแสวงหาความรู้เพื่อการแก้ปัญหาโดยใช้คำถาม จัดเป็นวิธีการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน บทบาทของครูจะลดลง ครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมคิด ร่วมแสดงความคิดเห็น ร่วมค้นคว้า และสรุปความรู้ด้วยตนเองจากการถามตอบหรือครูและนักเรียนผลัดกันถามก็ได้ แต่รูปแบบที่นักเรียนเป็นผู้ถาม จะสอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญมากที่สุด

ชาติรี เกิดธรรม (2545, น. 36) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้สืบเสาะ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล ทำให้ค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง สามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนสืบเสาะ สามารถสรุปได้ว่าการเรียนการสอนสืบเสาะเป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญเป็นกระบวนการในการสร้างความรู้หรือคำอธิบาย โดยให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนจะได้ใช้กระบวนการคิดหาเหตุผล โดยพิจารณาเลือกตัดสินใจเชื่อข้อมูลจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ ดังนั้นกระบวนการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบเสาะความรู้ ช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีหลายรูปแบบทั้งแบบที่ครูเป็นผู้กำกับ แบบที่นักเรียนเป็นผู้กำกับ และทั้งครูและนักเรียนเป็นผู้กำกับการเรียนร่วมกัน ดังนั้น จึงมีแนวคิดต่าง ๆ ที่อธิบายไว้อย่างมากมาย ดังเช่น Sund, & Trowbridge (1973 อ้างถึงใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์, และเพียว ยินดีสุข, 2548, น. 75-77) ได้อธิบายเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ความรู้ว่ามี 3 แนวทาง ซึ่งขึ้นอยู่กับบทบาทของครูและนักเรียน ดังนี้

1. การสืบเสาะแบบมีการแนะนำ (Guided discovery) เป็นวิธีที่ครูและนักเรียนมีบทบาทในกิจกรรมการเรียนรู้เท่าเทียมกัน

2. การสืบเสาะที่ครูเป็นผู้วางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ (Less guided discovery) หรือเป็นวิธีที่ไม่ได้กำหนดแนวทาง (Unstructured laboratory) เป็นวิธีที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา แต่ให้นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง

3. การสืบเสาะที่นักเรียนเป็นผู้วางแผน (Free discovery) หรือวิธีสืบเสาะหาความรู้แบบอิสระ เป็นวิธีที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาเอง วางแผนการทดลอง ดำเนินการทดลอง

ตลอดจนสรุปผลด้วยตัวนักเรียนเอง วิธีนี้เป็นวิธีที่นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาตามความสนใจ โดยครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้ไขปัญหาเท่านั้น

ประมวล ศิริผันแก้ว (2541, น. 2-3) ที่ได้แบ่งการสืบเสาะความรู้ออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

1. การสืบเสาะตามที่มีผู้กำหนดไว้ให้ (Structured Inquiry) โดยนักเรียนทำตามวิธีการทุกขั้นตอน เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์หาคำตอบของคำถาม หรือประเด็นที่ถูกกำหนดไว้แล้ว การสืบเสาะหาความรู้ประเภทนี้เหมาะสำหรับฝึกประสบการณ์ และทักษะการสืบเสาะหาความรู้ ก่อนที่จะก้าวไปสู่การดำเนินการด้วยตนเองมากขึ้น

2. การสืบเสาะโดยมีข้อเสนอแนะให้ (Guided inquiry) นักเรียนสามารถดัดแปลงข้อเสนอแนะในการดำเนินการสืบเสาะตามที่เห็นสมควร และเหมาะสมกับสถานการณ์ แต่ก็มีการกำหนดคำถามหรือหัวข้อเรื่องในการสืบเสาะไว้ให้

3. การสืบเสาะอย่างอิสระ (Independent Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่เริ่มต้นจากนักเรียนทุกขั้นตอน ตั้งแต่การตั้งคำถามหรือกำหนดหัวข้อเรื่อง การวางแผนดำเนินการรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่การแปลความหมายและลงข้อสรุป

กุศลสิน มุสิกกุล (2550, น. 36) ได้แบ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. ครูเป็นผู้ถามนำ (Passive Inquiry) หรือครูเป็นผู้กำหนดปัญหา เป็นวิธีที่นักเรียนเป็นฝ่ายตอบคำถามส่วนใหญ่ แต่ครูก็จะพยายามกระตุ้นให้นักเรียนได้ตั้งคำถามอยู่เสมอ การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบนี้เหมาะสำหรับการเริ่มการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ที่เป็นครั้งแรก

2. ครูและนักเรียนเป็นผู้ถามคำถาม (Combined inquiry) เป็นวิธีที่ครูหรือนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา (Challenged Inquiry) เป็นวิธีที่ใช้ในโอกาสที่นักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับการถามของครูมากขึ้น ซึ่งข้อควรระวังในการส่งเสริมให้นักเรียนตั้งคำถามคือ ให้นักเรียนคิดก่อนการถามครู และหลักสำคัญคือครูต้องพยายามไม่ให้คำตอบแต่จะส่งเสริมหรือถามต่อเพื่อให้นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่

3. นักเรียนเป็นผู้ถามคำถาม (Active Inquiry) หรือกำหนดปัญหาโดยนักเรียน (Opened Inquiry) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ถามคำถามส่วนใหญ่ โดยที่ครูเป็นผู้แนะแนวหรือเน้นจุดสำคัญที่นักเรียนมองข้าม ซึ่งวิธีนี้นักเรียนมีความชำนาญในการใช้คำถามแล้ว นักเรียนจึงสามารถตั้งคำถามและหาคำตอบด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ยังแบ่งการสืบเสาะ (Level of inquiry) เป็น 4 ระดับ ได้แก่

1. การสืบเสาะแบบยืนยัน (Confirmed inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ให้นักเรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกค้นพบมาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้นักเรียนค้นพบ และให้นักเรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงาน หรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว

2. การสืบเสาะแบบนำทาง (Directed Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และสาธิตหรืออธิบายการสำรวจ ตรวจสอบ แล้วให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

3. การสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

4. การสืบเสาะแบบเปิด (Open Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนมีอิสระในการคิดเป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบและปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนสืบเสาะข้างต้น สามารถสรุปรูปแบบการจัดการเรียน การสอนสืบเสาะโดยแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยครู ซึ่งจะเน้นบทบาทร่วมกันระหว่าง นักเรียน และครู แต่ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้คอยควบคุมประเด็นปัญหาต่าง ๆ เพื่อสร้างให้นักเรียนเกิดความคิด และสรุปเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยนักเรียน เป็นบทบาทร่วมกันระหว่างครู และนักเรียนเช่นเดียวกัน แต่จะเป็นกิจกรรมกลุ่มหรือปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างนักเรียน โดยครูจะเปลี่ยนบทบาทจากผู้ควบคุมประเด็นปัญหา เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหา และร่วมกันหาคำตอบของประเด็นปัญหา

งานวิจัยนี้ได้เน้นการสืบเสาะโดยนักเรียน ให้นักเรียนได้ลงมือสืบเสาะค้นคว้าหาความรู้เพื่อนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหา โดยครูมีหน้าที่ในการกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันแก้ไขปัญหา โดยการใช้คำถามเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียน ให้นักเรียนได้สืบเสาะรวบรวมหลักฐาน เพื่อนำมาใช้ในการหาคำตอบของปัญหาหรือลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์

3. ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะ

การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการหรือแนวทางที่ทำให้นักเรียนสร้างหรือได้รับองค์ความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง ผ่านกระบวนการสำรวจตรวจสอบหรือ ทดลอง โดยมีครูทำหน้าที่เป็นผู้ช่วย (Facilitator) เพื่อให้ให้นักเรียนได้ตระหนักไว้ว่า "เราต้ององค์ความรู้ต่าง ๆ มาได้อย่างไร หรือ How we know what we know" มากกว่าแค่รู้ว่า "เรารู้องค์ความรู้อะไร หรือ we know what we know" ดังนั้นกิจกรรมที่วัดได้ว่าเป็นการสืบเสาะหาความรู้จะมี คุณลักษณะสำคัญ 5 ประการดังต่อไปนี้

1. นักเรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะตั้งคำถามต่าง ๆ ได้ก็ต่อเมื่อเกิดการสังเกต เกิดปัญหาหรือข้อสงสัยต่าง ๆ ขึ้นในตนเอง แม้ว่าผู้สอนจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะและฝึกกระบวนการการสร้างคำถาม แต่จะพบได้ว่าในสถานการณ์จริงเราอาจไม่สามารถตอบคำถามได้ทุกเรื่องในช่วงเวลานั้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะข้อจำกัดของความรู้ วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ จะมาช่วยใน การตอบคำถามที่สงสัย ดังนั้นผู้สอนควรจะเป็นผู้ช่วยเป็นผู้นำให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดหรือปรับข้อคำถามให้เป็นคำถามที่สามารถสำรวจตรวจสอบ (Testable question) หรือสามารถตั้งสมมติฐานที่ตรวจสอบได้ผ่านกระบวนการทำงานทางวิทยาศาสตร์ โดยคำถามที่ดีควรเป็นคำถามที่นักเรียนสามารถหาข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อตอบคำถามนั้น ๆ ได้ คำถามที่นำมาซึ่งการสำรวจตรวจสอบอาจมาได้หลายทาง ได้แก่ มาจากนักเรียน ครู สื่อการสอน เว็บไซต์ หรือ แหล่งข้อมูลอื่น ๆ

2. นักเรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานหรือประจักษ์พยานของคำถามที่ตั้งขึ้นจากคำถามที่ตั้งขึ้นนักเรียนจะทำการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น จากการสำรวจตรวจสอบหรือจากการทดลอง นักเรียนจึงจำเป็นต้องเก็บข้อมูลด้วยความละเอียด ถูกต้องและแม่นยำ ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการจะให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ถูกต้องและแม่นยำ นักเรียนควรได้รับการฝึกฝนทักษะในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ประเมินถึงข้อดีและข้อด้อยของเครื่องมือแต่ละชนิดเสียก่อน เพื่อจะได้เลือกใช้ใช้ได้ถูกต้องเหมาะสมด้วยความชำนาญ ดังนั้น ครูจึงควรให้ความสำคัญกับการฝึกทักษะการปฏิบัติการเบื้องต้นก่อนการใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะต้องให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐานในการอธิบายและประเมินคำอธิบายที่ตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสิ่งที่ทำให้การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการเรียนรู้แบบอื่น คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบหรือการทดลองมากกว่าความรู้ที่ได้จากทฤษฎีเพียงอย่างเดียว นักวิทยาศาสตร์ทุ่มเทให้กับการเก็บข้อมูลที่ถูกต้องจากการสังเกตหรือสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งอาจมีการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น กล้องจุลทรรศน์ แว่นขยาย หรือคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการ

เก็บข้อมูล นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์อาจมีการควบคุมตัวแปรที่อาจมีผลต่อข้อมูล ที่ต้องการเก็บรวบรวม สำหรับการสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียน นักเรียนต้องนำข้อมูลเชิงประจักษ์ต่าง ๆ มาประกอบการอธิบายหรือตอบคำถามที่ศึกษา ครูควรให้นักเรียนเข้าใจว่าการอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยใช้ความเชื่อส่วนตัว ความเข้าใจผิด การคาดเดา ความเชื่อทางศาสนา สามารถเกิดขึ้นได้และมีความสำคัญเชิงสังคม แต่คำอธิบายเหล่านี้ไม่ใช่คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3. นักเรียนสร้างคำอธิบายจากข้อมูลและหลักฐานที่มี เมื่อนักเรียนได้เก็บข้อมูลต่าง ๆ ด้วยความละเอียดแล้ว ข้อมูลดิบที่ได้มาจะถูกนำมาวิเคราะห์และใช้เป็นหลักฐานในการใช้สร้างคำอธิบาย ดังนั้นนักเรียนจึงจำเป็นต้องใช้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์ด้วยวิธีการที่เหมาะสมอย่างซื่อสัตย์และสอดคล้องกับคำถามหรือปัญหาที่ตั้งไว้ โดยการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต้องอยู่บนพื้นฐานของเหตุผลซึ่งอธิบายถึงเหตุและผลรวมถึงความสัมพันธ์ต่าง ๆ ตามข้อมูลเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้จากการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิเคราะห์นั้นนักเรียนต้องสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนก วิเคราะห์ ลงความเห็นและทำนาย การอธิบายคือหนทางที่เรียนรู้สิ่งใหม่ โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่รู้อยู่แล้วกับสิ่งที่สังเกตได้ ดังนั้นการอธิบายจึงเป็นการทำความเข้าใจความรู้ใหม่ซึ่งต่อยอดจากความรู้เดิมของนักเรียน

4. นักเรียนเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่ได้สององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้หลักฐาน ก็จะสามารถสร้างคำอธิบายและใช้กระบวนการสังเคราะห์ออกมาเป็นคำอธิบายของตนเองแล้วนักเรียนควรได้ทำการสืบค้น เพื่อศึกษาเพิ่มเติมว่าจากองค์ความรู้ที่นักเรียนได้นั้นมีความสอดคล้องหรือแตกต่างจากองค์ความรู้ เช่น หลักการ กฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ที่มีอยู่ในปัจจุบันอย่างไร ซึ่งสิ่งหนึ่งที่ทำให้การสืบเสาะค้นหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการสืบเสาะค้นหาของศาสตร์อื่น ๆ ก็คือ ผู้สำรวจตรวจสอบสามารถประเมิน ปรับปรุง หรือ ตัดคำอธิบายนั้นทิ้ง เมื่อพบว่ายังไม่มีเหตุผลหรือข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เพียงพอ ในขณะที่เดียวกันก็เปิดโอกาสให้มีการประเมินคำอธิบายซึ่งกันและกัน นอกจากนี้การประเมินคำอธิบายยังรวมถึงการพิจารณา คำอธิบายจากแหล่งอื่น ๆ เช่น จากการสนทนา จากการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากครูหรือสื่อ การสอน องค์ประกอบที่สำคัญคือนักเรียนต้องเชื่อมโยงผลการทดลอง หรือสำรวจตรวจสอบกับ องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับระดับของนักเรียน ดังนั้น คำอธิบายของนักเรียนต้องมีความถูกต้องและสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับแล้ว

5. นักเรียนสื่อสารและประเมินองค์ความรู้อย่างมีเหตุผล การที่นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้จากการลงมือปฏิบัติและสืบเสาะด้วยตนเอง ความรู้ใหม่ที่ได้นั้นนี้อาจไม่ใช่ความรู้ใหม่ที่ทั่วไป แต่เป็นความรู้ใหม่ของนักเรียนที่จะช่วยให้นักเรียนได้รู้สึกรู้เห็นคุณค่าของการทำงาน ดังเช่น

นักวิทยาศาสตร์ ซึ่งการทำงานของนักวิทยาศาสตร์จะไม่สิ้นสุดลงที่การได้ผลการทดลอง แต่ นักวิทยาศาสตร์จะนำเอาองค์ความรู้ที่ได้มาใช้สื่อสารต่อประชาคมโลก ดังนั้น การสื่อสารจึงเป็น อีกคุณลักษณะหนึ่งที่สำคัญ กล่าวคือ การเปิดโอกาสให้ผู้อื่นได้วิพากษ์ วิจารณ์ผลงาน เพื่อ แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันนั้น เป็นการช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้และฝึกการให้และรับข้อเสนอแนะจาก ผู้อื่น ซึ่งเป็นการช่วยเติมเต็มความรู้ในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ให้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการฝึกให้ นักเรียนเรียนรู้ที่จะรับฟังความคิดเห็นข้อวิพากษ์และวิจารณ์จากผู้อื่นได้ด้วย

กิจกรรมที่จัดได้ว่าเป็นการสืบเสาะความรู้ นักเรียนจะต้องมีคุณลักษณะทั้ง 5 ประการ ได้แก่ การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ การให้ความสำคัญกับหลักฐานหรือประจักษ์พยานของ คำถามที่ตั้งขึ้น การสร้างคำอธิบายจากข้อมูลและหลักฐานที่มี เชื่อมโยงองค์ความรู้ ทาง วิทยาศาสตร์ และสื่อสาร ประเมินองค์ความรู้อย่างมีเหตุผล ซึ่งจะทำให้ นักเรียนสามารถสร้าง องค์ ความรู้ด้วยตนเอง และสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยหลักฐานและเหตุผลที่ เหมาะสมได้

4. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

การสืบเสาะความรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิด มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองมากที่สุด ทั้งนี้กิจกรรมที่จะให้ นักเรียนสำรวจตรวจสอบจะต้องเชื่อมโยงกับความคิดเดิม อันนำไปสู่การแสวงหาความรู้ใหม่ ได้ใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะความรู้ในการกำหนดขั้นตอนและกิจกรรมการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะมีผู้เสนอไว้ ดังนี้

ผดุงยศ ดวงมาลา (2530, น. 124) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่ปัญหาและตั้งสมมติฐาน (Orientation and Hypothesis) ขั้นนี้ ผู้สอน จะจัดสถานการณ์ กิจกรรม หรือเงื่อนไขที่ทำให้เกิดปัญหาข้อใจขึ้นในตัวนักเรียน ซึ่งจัดเป็นขั้นนำ ให้ให้นักเรียนสืบเสาะต่อไปว่าจะอะไรคือที่มาของปัญหา หรือปัญหานั้นจะอธิบายได้อย่างไร ในขั้นนี้ต้อง ให้นักเรียนคิดพิจารณาหรือใช้ทักษะการสังเกตพิจารณาสภาพของปัญหา เพื่อให้นักเรียนรู้จัก ตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบของปัญหาในเบื้องต้น

2. สำรวจ ค้นคว้าหรือขั้นปฏิบัติการ (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องหาเหตุผล หาข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนอาจจะต้องใช้วิธีการหลายวิธี รวมทั้งสอบถาม จากผู้สอนด้วย ผู้สอนต้องไม่ตอบปัญหาโดยการบอกหรือบรรยายให้ฟัง หากจำเป็นจะต้องตอบ โดยไม่มีการหลีกเลี่ยงให้ใช้วิธีการทดลองให้ดูหรือใช้วิธีรูกคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความคิดของ ตนเองให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

3. การอภิปรายและสรุปผล (Discussion and Conclusion) เมื่อรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจค้นคว้าหรือปฏิบัติการได้แล้ว ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายถึงผลที่ได้ เพื่อโยงไปสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าเป็นความจริงมากน้อยเพียงใด หากสมมติฐานนั้นเป็นจริงก็ให้สรุปเป็นความรู้ต่อไป

4. การนำไปใช้ (Application) เมื่อสรุปเป็นโน้ตหรือหลักการต่าง ๆ ได้แล้วครูจะกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดว่าสิ่งที่นักเรียนสืบเสาะได้นั้น จะนำไปใช้ได้อย่างไร หรือจะนำไปผสมผสานกับความรู้อื่น ๆ ที่เรียนมาแล้วให้เป็นโครงสร้างของความรู้ใหม่ได้อย่างไร

สุคนธ์ สิ้นถพานนท์ (2545, น.196-197) ได้เสนอขั้นตอนของการสอนสืบเสาะความรู้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้สอนสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาหลักสูตรให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหา การนำเข้าสู่บทเรียนอาจทำได้หลายวิธี ผู้สอนจะต้องเลือกหรือปรับวิธีการนำเข้าสู่บทเรียนให้เหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สามารถเชื่อมโยงไปสู่การออกแบบการค้นคว้าหาความรู้ หรือการทดลองเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง

2. ขั้นใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางในการหาคำตอบ การใช้คำถามนี้จะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนดขึ้นโดยใช้คำถามเป็นชุดต่อเนื่องสัมพันธ์กับชุดของคำถามต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่การตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ซึ่งควรเป็นแนวทางของการกำหนดวิธีการศึกษาค้นคว้าหรือทำการทดลอง

3. ขั้นใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบกำหนดวิธีการศึกษา การทดลองเพื่อหาคำตอบ คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามเพื่อนำไปสู่การอธิบายวิธีการหาความรู้ อาจออกแบบวิธีการศึกษาค้นคว้าหลายวิธีแล้วเลือกวิธีที่ดีที่สุด

4. ดำเนินการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะความรู้ ผู้สอนจะต้องใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจในขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมตามวิธีการที่เลือกไว้ให้ชัดเจนจดบันทึกข้อมูลไว้

5. ขั้นอภิปรายเพื่อสรุปผล ในขั้นนี้เป็นการใช้คำถามโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและการตอบคำถามเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบของปัญหา ผู้สอนควรใช้คำถามฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน หรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

ประสาท เนืองเฉลิม (2549, น. 95-96) ได้แบ่งขั้นตอนของกระบวนการสืบเสาะความรู้ เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์หรือปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหา เพื่อกระตุ้นหรือท้าทายให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหาที่นั้น สถานการณ์หรือปัญหานั้นควรเป็น สถานการณ์หรือปัญหาที่อยู่ใกล้ตัวจะช่วยสร้างความสนใจให้แก่นักเรียนและสามารถเชื่อมโยงไปสู่ การออกแบบการทดลองที่ต้องการได้

2. การตั้งสมมติฐาน การตั้งสมมติฐานจะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาในชั้นแรกเป็นหลัก ใช้คำถามที่ต่อเนื่องและสัมพันธ์กันเพื่อนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้

3. การออกแบบการทดลอง ครูอาจใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่การออกแบบการทดลองและระบุวิธีในการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. การทดสอบสมมติฐาน กิจกรรมในขั้นตอนนี้ ได้แก่ การทำการทดลองและบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ และช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น

5. ข้อสรุปที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน ครูอาจให้คำถามโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้ปัญหาข้างต้น และควรมีคำตอบที่สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 219-221) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ ประกอบด้วยขั้นตอน ที่สำคัญ 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองตามความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากสถานการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้สึกลึกซึ้งที่เพิ่งเรียนรู้มาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่ศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อนแต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่ครูจะใช้ศึกษาเมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นอาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ ประสบการณ์เดิมหรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่ จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่อง หรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นคว้าหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้และมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน

กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการสำรวจตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. **ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือรูปวาด สร้างตาราง เป็นต้น การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. **ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับ ความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้อธิบายเชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. **ชั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง และมากน้อยเพียงใดจากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นคำถามหรือปัญหาที่ต้องสำรวจตรวจสอบต่อไปทำให้เกิดเป็นกระบวนการต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไปโดยจะต้องอาศัยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ต่อเนื่องเป็นวัฏจักร

จากขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ สามารถสรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ไขปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง

5. ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544)

1. เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา คือฉลาดขึ้น เป็นนักริเริ่มสร้างสรรค์ และนักจัดระเบียบ

2. การค้นพบด้วยตนเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ

3. ฝึกให้นักเรียนรู้วิธีค้นหาความรู้ แก้ปัญหาด้วยตนเอง

4. ช่วยให้อัจฉริยะด้านความรู้ได้นาน และสามารถถ่ายทอดความรู้ได้
 5. นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน จะทำให้การเรียนมีความหมายเป็นการเรียนที่มีชีวิตชีวา

6. ช่วยพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน
 7. ช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิธีและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 8. ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่าจะทำการสิ่งใด ๆ จะสำเร็จด้วยตนเอง สามารถคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค

9. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่ทำให้ให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีความอิสระ มีชีวิตชีวาและสนุกสนานกับการเรียนรู้

10. ได้ประสบการณ์ตรง ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์

11. สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ความรู้ที่ได้มีคุณค่า มีความหมายสำหรับนักเรียน เป็นประโยชน์และจดจำได้นาน สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544)

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้เนื้อเรื่องไม่ครบตามที่กำหนดไว้
 2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างไม่ชวนสงสัย ไม่ชวนติดตาม จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน

3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ หรือไม่มีการกระตุ้นมากพอจะไม่สามารถเรียนด้วยวิธีการสอนแบบนี้ได้

4. เป็นการลงทุนสูง ซึ่งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน

5. ถ้านักเรียนไม่รู้จักรับหลักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้อง อาจทำให้นักเรียนบางคนหลีกเลี่ยงงาน ซึ่งไม่เกิดการเรียนรู้

6. ครูต้องใช้เวลาวางแผนมาก ถ้าครูมีภาระมากอาจเกิดปัญหาด้วยอารมณ์ ซึ่งมีผลต่อบรรยากาศในห้องเรียน

7. ข้อจำกัดเรื่องเนื้อหาและสติปัญญา อาจทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีสอนแบบนี้

จากแนวคิดเกี่ยวกับการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และการเรียนการสอนสืบเสาะความรู้ สามารถสรุปได้ว่าการนำรูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมาใช้ในการ

จัดการเรียน การสอนจะช่วยแก้ไขปัญหาคือความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวมีแนวการสอนสืบเสาะและสร้างบริบทในการโต้แย้งให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม ซึ่งการสร้างคำอธิบายและการโต้แย้งนั้นเป็นการปฏิบัติในแนวทางเดียวกันที่ส่งเสริมซึ่งกันและกัน

ด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ ประการแรก การสืบเสาะและการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็น ผลจากการโต้แย้งด้วยความพยายามนำเสนอคำอธิบายของตนเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ และ ประการที่สอง การโต้แย้งได้สร้างบริบทให้ผู้โต้แย้งสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากเหตุผลและ หลักฐานที่น่าเชื่อถือ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในหลายประเด็น ได้แก่ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ รูปแบบการเรียน การสอนสืบเสาะ ความเป็นมา ทฤษฎีแนวคิดพื้นฐาน ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เป้าหมาย การจัดการเรียนรู้ บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รูปแบบการสอนสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

1. ความเป็นมาในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งพัฒนาขึ้นโดยนักวิจัยประเทศสหรัฐอเมริกา 5 ท่าน ได้แก่ Walker, J.P., & Zimmerman, C. จาก Tallahassee Community College Sampson, V. Grooms, J, & Anderson, B. จาก The Florida State University โดยเริ่มจากรายงาน America's Lab Report: Investigations in High School Science ซึ่งเป็นรายงานการปฏิบัติการในประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ทำการสำรวจตรวจสอบโรงเรียนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา ในปี ค.ศ. 2005 โดยสภาการวิจัยแห่งชาติได้ให้ข้อเสนอแนะหลายประการเพื่อพัฒนาทักษะและความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ข้อเสนอแนะประการแรก คือ กิจกรรมการปฏิบัติการ (Laboratory activities) จำเป็นต้องมีพื้นฐานของการสืบเสาะเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะปฏิบัติการและเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ประการที่สอง คือ นักเรียน จำเป็นต้องได้รับโอกาสในการอ่าน เขียน และอภิปรายงานที่ตนปฏิบัติ และประการสุดท้าย คือ ต้องกระตุ้นให้นักเรียนสว่างและวิจารณ์ข้อโต้แย้ง ซึ่งข้อโต้แย้งนี้ คือ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่สนับสนุนด้วยเหตุผลอย่างน้อย 1 ประการ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนารูปแบบการเรียน การสอนเพื่อตอบสนองต่อข้อเสนอแนะดังกล่าว (Sampson et al., 2009, p.42)

การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเป็นการนำเอาการโต้แย้งและการตรวจสอบโดยเพื่อนมาบูรณาการร่วมกับการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ มีพื้นฐานของแนวคิดในการพัฒนามาจากแนวคิด

โซเซียลคอนสตรัคติวิสต์ โดยมีเป้าหมายหลักในการสร้างประสบการณ์ให้การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มีความเสมือนจริง โดยคณะผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวและนำมาทดลองใช้กับนักศึกษาปริญญาตรี แล้วนำผลการทดลองจากงานวิจัยที่มีชื่อว่า “Argument Driven inquiry: รูปแบบการเรียนรู้สำหรับใช้ในวิชาปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาระดับปริญญาตรี” (Walker et al., 2010, pp. 1-20) โดยได้นำเสนอในการประชุมนานาชาติว่าด้วยการวิจัยทางการสอนวิทยาศาสตร์ประจำปี 2010 (2010 Annual International Conference of the National Association of Research in Science Teaching: NARST) ณ เมืองฟิลาเดเฟีย มลรัฐซิลเวเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ในเดือนมีนาคม ค.ศ. 2010

รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนานักเรียนสอดคล้องกับคำแนะนำของสภาการวิจัยแห่งชาติได้ ซึ่งสามารถช่วยครูวิทยาศาสตร์ในการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการปฏิบัติการแบบเดิมไปสู่การเรียนรู้แบบบูรณาการได้ โดยมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบ สืบเสาะตรวจสอบ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารความคิดกับผู้อื่นในระหว่างการทำกิจกรรมการโต้แย้ง ได้เขียนรายงานผลการตรวจสอบเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น และยังมีขั้นตอนของการกระตุ้นให้มีการตรวจสอบโดยเพื่อน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยหลายเรื่องชี้ให้เห็นว่าการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาและพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการเรียนรู้แบบเดิม (NRC, 2007)

2. ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Sampson และคณะ นั้นเป็นรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีแนวคิดพื้นฐานมาจากทฤษฎีโซเซียลคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งมีรายละเอียดแนวคิด ดังนี้

1. ทฤษฎีโซเซียลคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีโซเซียลคอนสตรัคติวิสต์เป็นทฤษฎีที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยนักจิตวิทยากลุ่มพุทธิปัญญานิยมชาวรัสเซีย คือ Lev Semanovick Vygotsky (1896-1934) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กในสมัยเดียวกับเพียเจต์ แต่ทฤษฎีเขาวิญญาของ Vygotsky นั้น ได้ให้ความสำคัญกับอิทธิพลของบริบททางสังคมและวัฒนธรรมที่มีผลต่อการเรียนรู้ โดยเด็กสามารถสร้างความรู้ได้จากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น และปฏิสัมพันธ์ทางสังคมยังมีผลต่อพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนแต่ละบุคคลอีกด้วย ซึ่งเนื้อหาความรู้ที่เกิดขึ้นมีผลมาจากอิทธิพลทางวัฒนธรรม ภาษา ความเชื่อ หรือ สิ่งแวดล้อมที่เด็กอาศัยอยู่ Vygotsky มีความเชื่อว่าสังคมและวัฒนธรรม จะเป็นเครื่องมือทางปัญญาที่จำเป็นสำหรับการพัฒนารูปแบบและคุณภาพ

ของปัญญา โดยเชื่อว่า ผู้ใหญ่หรือผู้ที่มีความอาวุโส เช่น พ่อแม่ และครู จะเป็นตัวเชื่อมสำหรับ เครื่องมือทางสังคม วัฒนธรรม รวมถึงภาษา ได้แก่ ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม บริบททางสังคมและ ภาษา รวมถึงการเข้าถึงของ ข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ จากแนวคิดดังกล่าวของ Vygotsky ที่เชื่อว่า เด็ก จะพัฒนาเมื่อมีปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มของสังคม ครูจึงควรจัดการเรียนรู้ที่สร้างบริบทสำหรับการเรียนรู้ ให้นักเรียนได้รับการส่งเสริมในกิจกรรมที่น่าสนใจ ที่ช่วยกระตุ้นและเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ให้ คำแนะนำเมื่อนักเรียนประสบปัญหา ให้นักเรียนปฏิบัติงานในกลุ่มในการคิดพิจารณาประเด็น คำถาม และแนะนำให้นักเรียนหาหนทางแก้ไขปัญหาด้วยความท้าทาย ซึ่งจะทำให้ นักเรียนเกิดความสนใจ และได้รับความพึงพอใจในผลงานที่นักเรียนได้ลงมือกระทำ (สุมาลี ชัยเจริญ, 2545, น. 36)

นอกจากนี้ สุรางค์ โค้วตระกูล (2550, น. 210) ยังได้กล่าวถึง ทฤษฎีโซเชี่ยลคอนสตรัคติวิสต์ ว่าเป็นทฤษฎีที่เชื่อว่านักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น (ผู้ใหญ่หรือเพื่อน) ในขณะที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรืองานในสภาวะสังคม (Social context) ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญและขาดไม่ได้ โดยปฏิสัมพันธ์ทางสังคมทำให้นักเรียนสร้างความรู้ ด้วยการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเดิมให้ถูกต้องหรือข้านอนกว้างขวางขึ้น ในขณะที่ Crowl et al. (1997 อ้างถึงใน สันติชัย อนุวัชรชัย, 2553, น.50) ที่กล่าวว่า แนวคิดโซเชี่ยลคอนสตรัคติวิสต์ยังคงมีพื้นฐานความเชื่อที่ว่า ความรู้ คือ สิ่งที่นักเรียนสร้างขึ้นมาได้เองแต่เกิดจากบริบททางสังคม วัฒนธรรม การสื่อสารและการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสังคม ได้แก่ครูผู้สอน หรือเพื่อนร่วมชั้น จึงจะทำให้ นักเรียนเกิดพัฒนาการทางปัญญา

ในการวัดพัฒนาการทางปัญญาของเด็ก ส่วนใหญ่มักจะใช้แบบทดสอบ มาตรฐานในการวัด เพื่อดูว่าเด็กอยู่ในระดับพัฒนาการทางปัญญาระดับใด โดยดูว่าสิ่งที่เด็กทำได้นั้นเป็นสิ่งที่เด็กในระดับอายุเท่าใดโดยทั่วไปสามารถทำได้ ดังนั้นผลการวัดจึงเป็นการบ่งบอกถึงสิ่งที่เด็กสามารถทำได้อยู่แล้ว คือ เป็นประเด็นพัฒนาการที่เด็กได้บรรลุไปถึง ในการจัดการเรียนการสอน จึงสอนให้สอดคล้องกับระดับพัฒนาการของเด็กในวัยต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นการพัฒนาให้เด็กอยู่ในระดับพัฒนาการเดิมที่สามารถทำได้ตามระดับพัฒนาการ ไม่ได้ช่วยทำให้เด็กเกิดการพัฒนาที่แท้จริง โดย Vygotsky ได้อธิบายว่า เด็กทุกคนนั้นมีระดับพัฒนาการทางปัญญาที่ตนเองเป็นอยู่ในขณะเดียวกันก็มีระดับพัฒนาการที่ตนมีศักยภาพสามารถไปให้ถึง โดยช่วงห่างระหว่างระดับที่เด็กเป็นอยู่ในปัจจุบัน กับระดับที่เด็กมีศักยภาพจะพัฒนานี้เรียกว่า "Zone of proximal development (ZPD)" (ทิตินา แชมมณี, 2557, น. 92) ซึ่งในการเรียนการสอนนั้นพบว่านักเรียนบางคนสามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องให้บุคคลอื่นช่วยเหลือ นักเรียนบางคนไม่สามารถที่จะเรียนรู้

สิ่งใหม่ได้ด้วยตนเอง แต่ถ้ามีบุคคลอื่นให้ความช่วยเหลือเพียงเล็กน้อยก็จะสามารถทำได้ หรือนักเรียนบางคนสามารถเรียนรู้ได้น้อยแม้ว่าจะได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลอื่น Vygotsky จึงได้อธิบายว่า เด็กแต่ละคนที่อยู่ในวัยเดียวกันจะมีขอบเขตของพัฒนาการที่แตกต่างกัน บางคนอยู่เหนือขอบเขตที่ใกล้เคียงพัฒนาการ บางคนอยู่ระหว่าง และบางคนอยู่ต่ำกว่า ดังนั้นความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละบุคคลจึงมีความแตกต่างกัน โดย Vygotsky ได้เรียกการช่วยเหลือในการเรียนรู้ของนักเรียนที่สามารถเรียนรู้ได้ดีโดยการได้รับความช่วยเหลือจากผู้ใหญ่หรือนักเรียนอื่นที่มีการพัฒนาในระดับของขอบเขตที่ใกล้เคียงพัฒนาการที่สูงกว่าว่า “ฐานการช่วยเหลือ (Scaffolding)” ซึ่งหมายความว่า การให้ความช่วยเหลือเด็กในการเรียนรู้ การแก้ปัญหา หรือการทำงานอย่างหนึ่งอย่างใดที่เด็กไม่สามารถทำได้ด้วยตนเองให้สัมฤทธิ์ผล ดังนั้น Vygotsky จึงเสนอให้การจัดการเรียนการสอนควรเน้นการให้โอกาสนักเรียนได้เรียนรู้และสร้างความรู้ร่วมกับครูและเพื่อน

อีกแง่มุมหนึ่งของทฤษฎีโซเชี่ยลคอนสตรัคติวิสต์ของ Vygotsky เชื่อว่าอิทธิพลหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนก็คือ อิทธิพลทางด้านภาษา เนื่องจากภาษาเป็นเครื่องมือสำคัญของการแสดงออกทางความคิด การพัฒนาการคิดที่ซับซ้อนและพัฒนาการทางปัญญาขั้นสูง เช่น การวางแผน การประเมิน และการให้เหตุผล เป็นต้น (Claire McInerney, 2002, p. 49) โดยพัฒนาการทางภาษาและพัฒนาการทางความคิดของเด็กจะเริ่มพัฒนาการไม่เท่ากัน แต่เมื่ออายุมากขึ้น พัฒนาการทั้ง 2 ด้านจะเป็นไปพร้อมกัน (ทศนา แซมมณี, 2557, น. 91) นอกจากความสำคัญของภาษาที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังกล่าวว่า ภาษาเป็นสื่อกลางของปฏิสัมพันธ์ทางสังคม นักเรียนต้องใช้ในการตีความเหตุการณ์ต่าง ๆ ผ่านความรู้เดิม ซึ่งมุมมองนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ จากเหตุผลที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นในทางสังคม มีการตกลงหาข้อสรุป พิสูจน์และสื่อสารในบริบทของการอภิปรายทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ ซึ่งเป้าหมายของการอภิปรายทางวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานมากกว่าการประนีประนอมหรือการไกล่เกลี่ย และจะสำเร็จได้โดยผ่านกระบวนการประชาธิปไตย ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์จึงพยายามที่จะทำการตกลงร่วมกันโดยใช้กระบวนการโต้แย้ง เพื่อโน้มน้าวให้ผู้อื่น ในสังคมเห็นถึงความสมเหตุสมผลมีหลักฐานของข้อสรุปของตน

กล่าวโดยสรุป คือ ทฤษฎีโซเชี่ยลคอนสตรัคติวิสต์ของ Vygotsky เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับบริบททางสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก ซึ่งนักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้นั้นจะต้องมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น และมีการใช้ภาษาซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญของการคิดและพัฒนาสติปัญญาขั้นสูง เช่น การวางแผน การประเมิน และการให้เหตุผล

นอกจากนั้น ในงานวิจัยทางการศึกษาไม่นานมานี้ยังพบว่า ภาษามีบทบาทสำคัญมากในการศึกษาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่เป็นกิจกรรมทางภาษา ที่ควรสนับสนุนให้เกิดขึ้นในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบาย ประเมินหลักฐาน พิจารณาทางเลือกที่หลากหลาย และช่วยพัฒนาการคิดที่ซับซ้อนโดยเฉพาะการคิดให้เหตุผล

2. หลักการในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดโซเซียลคอนสตรัคติวิสต์

Huang (2002, pp. 32-34 อ้างถึงใน ภัทรารวรรณ ไชยมงคล, 2559, น. 50) ได้นำเสนอหลักในออกแบบการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดโซเซียลคอนสตรัคติวิสต์ว่าเมืองประกอบด้วย 6 ประการที่จะต้องคำนึงถึง ได้แก่

1. การเรียนรู้ที่มีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Learning) โดยนักเรียนจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนและนักเรียนด้วยกัน นอกจากนี้จะแยกตัวออกไปศึกษาเองคนเดียว โดย Hirumi (2002 อ้างถึงใน ภัทรารวรรณ ไชยมงคล, 2559, น. 50) ได้เสนอกรอบการปฏิสัมพันธ์ที่ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ไว้ 3 ประการ ได้แก่

- 1.1 การปฏิสัมพันธ์ในตนเอง
- 1.2 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนและผู้อื่น และนักเรียนกับเนื้อหาสาระ
- 1.3 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสอนกับนักเรียน ซึ่งแนวคิดโซเซียลคอนสตรัคติวิสต์จะให้ความสำคัญกับการปฏิสัมพันธ์กับสังคมมากที่สุด

2. การเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) นักเรียนจะต้องมีการร่วมกันสร้างความรู้ใหม่ๆ จากการนำเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดทางสังคม การจัดสภาพแวดล้อมแบบเรียนรู้ร่วมกันมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนตามแนวคิดโซเซียลคอนสตรัคติวิสต์และนำไปสู่ผลสำเร็จทางการเรียนรู้ของนักเรียนได้

3. การอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (Facilitating Learning) ผู้สอนเป็นผู้สร้างสภาพแวดล้อมในการเรียนแบบแบ่งปันประสบการณ์ โดยได้กำหนดหน้าที่ของผู้สอนในการอำนวยความสะดวกได้ 3 ระดับ ได้แก่

- 3.1 ผู้สอนให้คำแนะนำแก่นักเรียนเพื่อพัฒนาทักษะทางกระบวนการความคิด
- 3.2 เฝ้าติดตามนักเรียนในการพัฒนาทักษะที่ใช้ในการดำเนินงานที่ได้รับมอบหมาย
- 3.3 อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

4. การเรียนรู้จากเรื่องจริง (Authentic Learning) กิจกรรมในการเรียนรู้จะต้องเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยผู้สอนอาจตั้งหัวข้อที่จะให้นักเรียนค้นคว้ามาโดยนำสถานการณ์ในชีวิตจริงมากำหนด

5. การเรียนรู้โดยมีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Student Centered Learning) ให้นักเรียนใช้ความรู้จากการศึกษาส่วนบุคคลและประสบการณ์ที่ตนมีอยู่ เช่น การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นหลัก ซึ่งนักเรียนจะได้มีโอกาสในการศึกษาค้นคว้าลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามความสนใจ ความถนัดและความสามารถของตนเอง

6. การเรียนคุณภาพสูง (High Quality Learning) เป็นการผลักดันให้นักเรียนใช้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ในเนื้อหาบทเรียนและผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อชีวิตจริง

หลักในการจัดการเรียนรู้ของ Huang มีความสอดคล้องกับคุณลักษณะพื้นฐานของแนวคิดไซเชียลคอนสตรัคติวิสต์ที่สำคัญ 4 ประการของ สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2550) ได้แก่

1. การให้นักเรียนสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง
2. การเรียนรู้สิ่งใหม่ขึ้นจากความรู้เดิมและความเข้าใจที่มีอยู่ในปัจจุบัน
3. การปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้
4. การจัดสิ่งแวดล้อม กิจกรรมที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

อย่างมีความหมาย

ในขณะที่ สุมาลี ชัยเจริญ และคณะ (2545, น. 36) กล่าวว่าหลักการ 3 ประการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียนตามทฤษฎีไซเชียลคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

1. เรียนรู้และพัฒนาด้านสังคม ได้แก่ กิจกรรมการร่วมมือ (Collaborative Activity)
2. Zone of proximal development ควรสนองต่อแนวทางการจัดหลักสูตรและการวางแผนบทเรียน จากพื้นฐานที่ว่า นักเรียนที่มี Zone of proximal development จะสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้โดยไม่ต้องได้รับการช่วยเหลือ แต่สำหรับนักเรียนที่อยู่ต่ำกว่า Zone of proximal development จะไม่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ และต้องได้รับการช่วยเหลือ ที่เรียกว่าฐานการช่วยเหลือ (Scaffolding)

3. การเรียนรู้ในโรงเรียนควรเกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมายและไม่ควรแยกจากการเรียนรู้ที่นักเรียนพัฒนามาจากสภาพชีวิตจริง ประสบการณ์นอกโรงเรียนควรมีการเชื่อมโยง นำมาสู่ประสบการณ์ในโรงเรียนของนักเรียน

จากแนวคิดทฤษฎี และหลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ข้างต้นพบว่า นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้นั้นจะต้องมีโอกาสในการรับข้อมูลประสบการณ์ใหม่ และนำมาใช้ในการคิด กลั่นกรองข้อมูล ทำความเข้าใจข้อมูล เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมและสร้างความหมายของข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งจะเห็นได้ว่าผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการจัด การเรียนรู้ให้นักเรียนมีโอกาสรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับ สิ่งแวดล้อม เช่น บุคคลอื่น ๆ เหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ที่นักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการสร้างการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากสิ่งต่าง ๆ โดยผู้สอนมีหน้าที่จัดการเรียนการสอนที่ตอบสนองต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ในการให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับ สิ่งแวดล้อมซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด ไตร่ตรองหาคำอธิบายด้วยหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม

3. ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ประกอบด้วยขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดของบทบาทของครูและนักเรียนตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ดังต่อไปนี้ (Sampson et al., 2011)

1. การระบุภาระงานและถามคำถาม (Identification of the Task and the Guiding Question) คือ การนำเข้าสู่ภาระงานของเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนศึกษา โดยครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้น สร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษาก่อนที่จะมีการระบุภาระงาน จากนั้นจึงนำเข้าสู่การระบุภาระงานให้นักเรียน พร้อมกับการกำหนดและชี้แจงกิจกรรมที่นักเรียนต้องทำ

2. การออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล (Design a Method and Collect Data) คือ การทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กที่มีสมาชิกในกลุ่มประมาณ 3-4 คน เพื่อออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และทำการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Analyze Data and Develop a Tentative Argument) คือ การให้นักเรียนจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลอง หรือสำรวจตรวจสอบ จากนั้นสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวจากข้อมูลดังกล่าวสำหรับใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง โดยข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้ คือ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อยืนยัน สาเหตุหรือคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา 2) หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง 3) การให้เหตุผล คือ ข้อความ

ที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา ข้อโต้แย้งดังกล่าวเป็นข้อโต้แย้งที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง

4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session) คือ การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอข้อโต้แย้งของปรากฏการณ์ที่ได้สำรวจตรวจสอบ มีการโต้แย้ง ถามคำถาม และแสดงความคิดเห็นต่อการนำเสนอของกลุ่มอื่นพร้อมให้เหตุผลประกอบ โดยมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้ง 2) ครูนิยามคำสำคัญของการโต้แย้งให้เข้าใจตรงกัน 3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้ง 4) นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ แสดงความเห็นด้วยหรือขัดแย้งต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอ พร้อมให้เหตุผลประกอบ

5. การอภิปรายอย่างชัดแจ้งและสะท้อนกลับ (Explicit and Reflective Discussion) คือ ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหา และแนวทางในการพัฒนาวิธีการสำรวจตรวจสอบ

6. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write an Investigation Report) คือ การให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคลโดยมีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ คำถามของการสำรวจตรวจสอบ วิธีการ และข้อโต้แย้ง ซึ่งเป็นรายงานที่กล่าวถึงจุดประสงค์ของการสำรวจตรวจสอบ อธิบายวิธีการสำรวจตรวจสอบพร้อมให้เหตุผลในการเลือกวิธีการดังกล่าว และเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่สำรวจตรวจสอบ

7. การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double Blind Group Peer Review) คือ การให้นักเรียนตรวจสอบและประเมินรายงานการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อน โดยใช้เกณฑ์การตรวจสอบและมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) โดยที่ครูเป็นผู้รวบรวมรายงานแล้วแจกกลับให้นักเรียนอย่างสุ่มจำนวน 3-4 ผลงานต่อกลุ่ม พร้อมแจกเอกสารการตรวจสอบโดยเพื่อน (Peer Review Sheet) ซึ่งประกอบด้วยแบบประเมินและเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของรายงาน จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มลงมติเพื่อประเมินรายงานที่ได้รับแจก

8. การปรับปรุงและส่งรายงาน (Revise and Submit the Report) คือ การแก้ไข และปรับปรุงรายงานการตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน จากผลการประเมินที่ได้จากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อน และส่งรายงานให้ครูประเมิน

4. เป้าหมายและวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

คณะผู้วิจัยและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวได้อธิบายถึงเป้าหมายและวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้ (Sampson et al., 2011)

1. การระบุภาระงานและถามคำถาม (Identification of the Task and the Guiding Question) เป้าหมายสำคัญของขั้นตอนนี้คือการชี้แจงกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติให้นักเรียนทราบ และสร้างความสนใจให้กับนักเรียน จากการกระตุ้นโดยใช้คำถาม สร้างความเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์หรือความรู้เดิมกับเรื่องที่กำลังศึกษา นักเรียนจะต้องจดจ่อและเริ่มคิดถึงประสบการณ์หรือความรู้ที่เคยเรียนมาเพื่อเชื่อมโยงกับหัวข้อที่กำลังจะเรียน ซึ่ง Sampson, et al. (2011) ได้แนะนำว่าครูควรใช้คู่มือ (Handout) เพื่อแนะนำการดำเนินการสำรวจตรวจสอบอย่างสรุป และใช้คำถามในการนำเสนอปัญหาหรือภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติ เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับหัวข้อเรื่องที่กำลังจะเรียน โดยคู่มือที่ครูใช้นั้นควรมีการรวบรวมข้อมูลที่สำคัญที่นักเรียนจะต้องใช้ในขั้นตอนต่อไป เช่น วัตถุประสงค์ในการปฏิบัติการ เป็นต้น

2. การออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล (Design a Method and Collect Data) ขั้นตอนนี้เป็นการเริ่มการสำรวจตรวจสอบปัญหา โดยให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มแบบร่วมมือกัน (Collaborative Group) เพื่อร่วมกันคิดและพิจารณาถึงวิธีการแก้ไขปัญหา ครูควรให้นักเรียนได้เขียนโครงร่างเพื่อวางแผนการสำรวจตรวจสอบซึ่งเป็นการอธิบายถึงวิธีการที่นักเรียนจะดำเนินการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่วิธีการสำรวจตรวจสอบนั้นมีความยุ่งยากซับซ้อนหรือต้องใช้สารเคมีอันตราย โดยครูจะต้องทำหน้าที่ในการตรวจสอบวิธีการที่นักเรียนคิดเพื่อให้แน่ใจว่าการออกแบบดังกล่าวนั้นมีความเป็นไปได้และปลอดภัย เป้าหมายสำคัญของขั้นตอนนี้ นอกจากต้องการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อค้นหาคำตอบหรือแก้ปัญหาด้วยตนเองแล้ว ยังเป็นการพัฒนาให้นักเรียนรู้จักวางแผน เก็บรวบรวมข้อมูล และทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอีกด้วย

3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Analyze Data and Develop a Tentative Argument) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนจัดกระทำ และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตทดลอง หรือสำรวจตรวจสอบ จากนั้นสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวจากข้อมูลดังกล่าวสำหรับใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง โดยข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้ คือ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ซึ่งเป้าหมายสำคัญของขั้นตอนนี้ คือ การส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการวิเคราะห์ข้อมูล เรียนรู้วิธีการตัดสินใจ รู้จักใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างเพียงพอและน่าเชื่อถือเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย และยิ่งไปกว่านั้นในขั้นตอนนี้ยังช่วยให้ครูและนักเรียนสร้างความคิด หลักฐานและเหตุผลในเชิงประจักษ์ รู้จักการประเมินความคิดที่แข่งขันกัน รวมทั้งการพิจารณาคำอธิบายที่ไม่ถูกต้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งจะให้นักเรียนเข้าใจสิ่งที่ทำและมองเห็น รวมถึงยังเป็นการเน้นให้นักเรียนสนใจและเห็นความสำคัญของ

คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องมีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่จะต้องมีความสามารถในการสนับสนุนคำอธิบายของตนเองด้วยหลักฐานและเหตุผล

4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session) ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะมีโอกาสในการประเมินและปรับปรุงผลงานจากการสำรวจตรวจสอบร่วมกันทั้งชั้นเรียนหรือกลุ่มขนาดใหญ่ เป้าหมาย Sampson et al. (2011) ได้กล่าวถึงผลงานวิจัยที่ผ่านมาที่ชี้ให้เห็นว่า “นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้มากขึ้นหากได้มีโอกาสในการแสดงความคิดเห็นกับผู้อื่น ได้ตอบสนองต่อคำถามของเพื่อนหรือได้รับความท้าทาย มีการสื่อสารข้อกล่าวอ้างในมุมมองของตน และมีการประเมินข้อดีของความคิดที่แข่งขันกัน ซึ่งเป็นการช่วยให้ครูสามารถประเมินกระบวนการคิดของนักเรียนได้”

กิจกรรมการโต้แย้งนี้ออกแบบมาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยการให้นักเรียนได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ได้สะท้อนความคิดที่หลากหลายของนักเรียน และยังช่วยให้แต่ละกลุ่มสามารถพิจารณาเกณฑ์สำหรับการอ้างอิงที่มีเหตุผล ในขั้นนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้ความแตกต่างระหว่างความคิดที่ใช้เกณฑ์ในการประเมินวิทยาศาสตร์ และพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น เช่น การจัดการความคิดกับความสงสัยข้างต้นและการยืนยันการให้เหตุผลและ ข้อเสนอพื้นฐานที่มีความชัดเจนและการยืนยันข้อกล่าวอ้างที่ถูกสนับสนุนด้วยเหตุผลที่ถูกต้องและมีหลักฐานที่เชื่อถือได้

5. การอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ (Explicit and Reflective Discussion) ในขั้นตอนนี้นักเรียนและครูจะได้ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหา และแนวทางในการพัฒนาวิธีการสำรวจตรวจสอบ เพื่อใช้ในการปรับปรุงการออกแบบการสำรวจตรวจสอบในครั้งต่อไป

6. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (write an Investigation Report) สำหรับขั้นตอนนี้เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เนื่องจากการเขียนมีความสำคัญและเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานแบบวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ต้องมีความสามารถในการอ่าน และทำความเข้าใจงานเขียนของผู้อื่น สามารถประเมินคุณค่าและแลกเปลี่ยนผลของงานวิจัยที่ตนค้นพบด้วยการเขียน ดังนั้น การเขียนจึงเป็นวิธีที่ให้นักเรียนได้สื่อสารความคิดที่ชัดเจน กระชับ และนับเป็นการกระตุ้นเมตาคognitionขึ้น ตลอดจนพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา วิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ Sampson et al. (2009, p.44) ยังเสนอว่า “รายงานที่ให้นักเรียนเขียน ในขั้นตอนนี้เป็นรายงานเพื่อให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่ทำและกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดว่ารู้อะไร (What they know) รู้อย่างไร (How they know it) และเพราะเหตุใดจึงเชื่อสิ่งนั้น (What they believe it) เรียกรายงานนี้ว่า “รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Investigation report)” โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนตอบคำถาม 3 ข้อ ได้แก่ 1) วัตถุประสงค์ของการศึกษา

คืออะไรและเพราะเหตุใด 2) วิธีการปฏิบัติของนักเรียนเป็นอย่างไรและเพราะเหตุใดจึงปฏิบัติเช่นนั้น 3) ข้อโต้แย้งของนักเรียน กล่าวอย่างไร”

7. การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double Blind Group Peer Review) หลังจากนักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบให้ครูรวบรวมรายงานแล้วแจกกลับให้นักเรียนอย่างสุ่มจำนวน 3-4 ผลงานต่อกลุ่ม พร้อมแจกเอกสารการตรวจสอบโดยเพื่อน (Peer Review Sheet) ซึ่งประกอบด้วยแบบประเมินและเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพซึ่งรายงานจากนั้น นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมติเพื่อประเมินรายงานที่ได้รับแจก โดยเป้าหมายของกิจกรรมนี้ คือ การกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาและรู้จักใช้มาตรฐานที่เหมาะสมในการประเมินคุณภาพของรายงาน นอกจากนี้สมาชิกภายในกลุ่มยังสามารถร่วมกันอธิบายถึงความถูกต้องและเหมาะสมของข้อกล่าวอ้างและการอธิบายเหตุผลของรายงานที่ได้รับการสำรวจตรวจสอบว่าดีหรือควรปรับปรุงแก้ไขตรงส่วนใด จึงเป็นการส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแสดงความคิดเห็น ลงมติร่วมกัน ทำให้นักเรียนยอมรับเกณฑ์สำหรับการประเมินข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงได้เรียนคุณค่าของการตรวจสอบโดยเพื่อนในสังคมวิทยาศาสตร์และสังคมแห่งการเรียนรู้

8. การปรับปรุงและส่งรายงาน (Revise and Submit the report) ครูจะให้คะแนนรายงานหลังการตรวจสอบโดยเพื่อน จากนั้นจะส่งรายงานที่ผ่านการตรวจ 2 ครั้ง คือ จากเพื่อนและครู ส่งคืนให้ผู้เขียนรายงาน เพื่อให้นักเรียนได้อ่านและปรับปรุงรายงานใหม่ตามคำแนะนำของเพื่อนและครู เป้าหมายของขั้นตอนนี้คือเพื่อให้การตรวจสอบโดยเพื่อนมีความหมายมากยิ่งขึ้น และ ยังเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาการเขียนบนพื้นฐานของข้อมูล เป็นการปรับปรุงเพื่อสร้างผลงานชิ้นสุดท้ายให้มีคุณภาพสูงสุด และยังทำให้ทราบข้อบกพร่องเพื่อนำมาปรับปรุงในการเขียนรายงานผล การสำรวจตรวจสอบในครั้งถัดไปด้วย และเมื่อมีการปรับปรุงแล้วให้นักเรียนส่งรายงาน เพื่อให้ครูตรวจให้คะแนน หลังจากที่มีการตรวจให้คะแนนแล้ว ครูต้องทำหน้าที่ในการสะท้อนผลการประเมินด้วย การให้นักเรียนได้พูดคุยเกี่ยวกับสิ่งที่ได้ศึกษาผ่านมา ทำให้นักเรียนร่วมกันทบทวน ตรวจสอบผลการศึกษาอีกครั้ง อีกทั้งยังสามารถทำให้ครูตรวจสอบบันทึกของนักเรียนได้และ สามารถแก้ไขให้ถูกต้องได้อีกด้วย

5. บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดของบทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ ดังนี้ (Sampson et al., 2009, p. 437)

1. การระบุภาระงานและถามคำถาม (Identification of the Task and the Guiding Question) เป็นขั้นตอนในการระบุภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติ ครูจึงมีบทบาทในการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในหัวข้อหรือประเด็นปัญหา ซึ่งจะต้องเชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้เดิมกับเรื่องที่กำลังจะศึกษา โดย Sampson et al. (2009, pp. 43-47) ได้แนะนำเทคนิคที่ครูอาจใช้ในขั้นตอนนี้ เช่น การใช้คำถาม การนำเสนอปัญหาที่น่าสนใจอาจเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมหรือในชีวิตประจำวันของนักเรียนเพื่อใช้ในการระบุภาระงานที่ให้นักเรียนทำนอกจากนี้ครูอาจทำคู่มือสำหรับการแนะนำ โดยมีข้อมูลที่สำคัญที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป เช่น วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติการ เป็นต้น ขณะที่นักเรียนตรวจสอบอยู่กับหัวข้อหรือประเด็นที่ครูนำเสนอและเริ่มคิด ระลึกถึงประสบการณ์หรือความรู้ที่เคยเรียนผ่านมา เพื่อนำมาเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์ปัญหา

2. การออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล (Design a Method and Collect Data) สำหรับในขั้นตอนนี้เป็นการให้นักเรียนได้ออกแบบวิธีการเก็บข้อมูล และได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการทำงานเป็นกลุ่มแบบร่วมมือกัน ดังนั้นบทบาทของนักเรียนคือทำหน้าที่ในการออกแบบ และดำเนินการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง โดยเป็นผู้คิด วางแผน ออกแบบ เลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบและดำเนินการตามแผนงานที่วางไว้จนสำเร็จ สำหรับบทบาทของครูนั้นคือต้องทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยผู้อำนวยความสะดวกในการตัดวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียน ครูอาจมีการแนะนำนักเรียนบ้างเพื่อช่วยในตอนเริ่มต้นคิดแก้ปัญหา นอกจากนี้ครูควรตรวจตรานักเรียนทุกกลุ่มขณะออกแบบและดำเนินการสำรวจตรวจสอบ โดยครูจะต้องเป็นแหล่งข้อมูลประเภทบุคคลสำหรับนักเรียน ครูต้องทำให้นักเรียนได้คิดพิจารณาสิ่งที่ทำอย่างมีเหตุผล โดยอาจใช้คำถามในการกระตุ้น เช่น “นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าข้อมูลนั้นมีความเที่ยงตรง นักเรียนคิดว่าจำเป็นต้องคำนวณเพิ่มเติมอีกหรือไม่ ข้อมูลนั้นเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือไม่

3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (analyze Data and Develop a Tentative Argument) บทบาทของนักเรียนในขั้นตอนนี้ คือ ทำการทำงานร่วมกันในกลุ่มเพื่อจัดกระทำ และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบรวมถึงการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ซึ่งเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้างหลักฐานและการให้เหตุผลนักเรียนควรให้ความสำคัญของข้อโต้แย้งและมีความเข้าใจว่าความสามารถในการสนับสนุนคำอธิบายของตนเองด้วยหลักฐานและเหตุผลนั้นเป็นสิ่งสำคัญ ขณะที่ครูมีบทบาทในการให้คำแนะนำในการที่นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ซึ่งครูจะต้องเน้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของหลักฐานและเหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session) ในขั้นนี้นักเรียนจะได้นำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน นักเรียนจึงมีบทบาทสำคัญในการพูด อภิปราย เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งควรเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้พูดแสดงความคิดเห็น ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ขณะที่ครูมีบทบาทเป็นผู้นำในการโต้แย้ง โดยเริ่มจากการกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง ระบุและอธิบายนิยามศัพท์สำคัญที่ใช้ในการโต้แย้งเพื่อให้ทุกกลุ่มเกิดความเข้าใจที่ตรงกันก่อนกิจกรรมการโต้แย้ง ซึ่งครูสามารถประเมินกระบวนการคิดของนักเรียนได้ระดับหนึ่งในขณะที่นักเรียนโต้แย้ง

5. การอภิปรายอย่างชัดแจ้งและสะท้อนกลับ (Explicit and Reflective Discussion) ในขั้นตอนนี้ครูและนักเรียนมีบทบาทในการร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาและวิธีการสำรวจตรวจสอบของแต่ละกลุ่ม โดยครูมีหน้าที่ในการให้ความรู้ คำแนะนำเพิ่มเติมในการพัฒนาวิธีการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน

6. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (write an Investigation Report) ในขั้นตอนนี้ให้นักเรียนมีหน้าที่ในการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล นักเรียนจะต้องประเมินความคิด สื่อสารความคิดของตนเองผ่านการเขียนรายงานส่วนครูจะมีบทบาทในการเป็นผู้ให้คำแนะนำ และกระตุ้นให้นักเรียนเขียนรายงานที่แสดงถึงความรู้และกระบวนการสำรวจตรวจสอบ

7. การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double Blind Group Peer Review) ในขั้นตอนนี้ นักเรียนมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากนักเรียนต้องทำหน้าที่ในการประเมินตรวจสอบการทำงานผ่านรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อน และต้องให้ข้อมูลแบบย้อนกลับซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของรายงาน นอกจากนี้ยังเป็นการฝึกให้นักเรียนยอมรับเกณฑ์ที่เข้มงวดทางวิทยาศาสตร์ เพราะนักเรียนจะต้องประเมินรายงานของเพื่อนตามเกณฑ์ที่ครูกำหนด ส่วนบทบาทของครู คือ เป็นผู้ควบคุมและดำเนินกิจกรรมในการแจกจ่ายงานที่รวบรวมได้ทั้งหมดแบบสุ่มให้นักเรียนได้ตรวจสอบ และให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบโดยเพื่อนว่าเป็นกิจกรรมที่มีคุณค่าต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และยังเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักวิถีในการสำรวจ และประเมินอีกทาย

8. การปรับปรุงและส่งรายงาน (Revise and Submit Report) ในขั้นนี้นักเรียนมีหน้าที่ในการแก้ไขและปรับปรุงรายงานการตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อนเพื่อให้รายงานมีคุณภาพมากขึ้น ส่วนครูจะมีหน้าที่ในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

บทบาทของครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่
ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสรุปได้ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงบทบาทของครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ
การสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

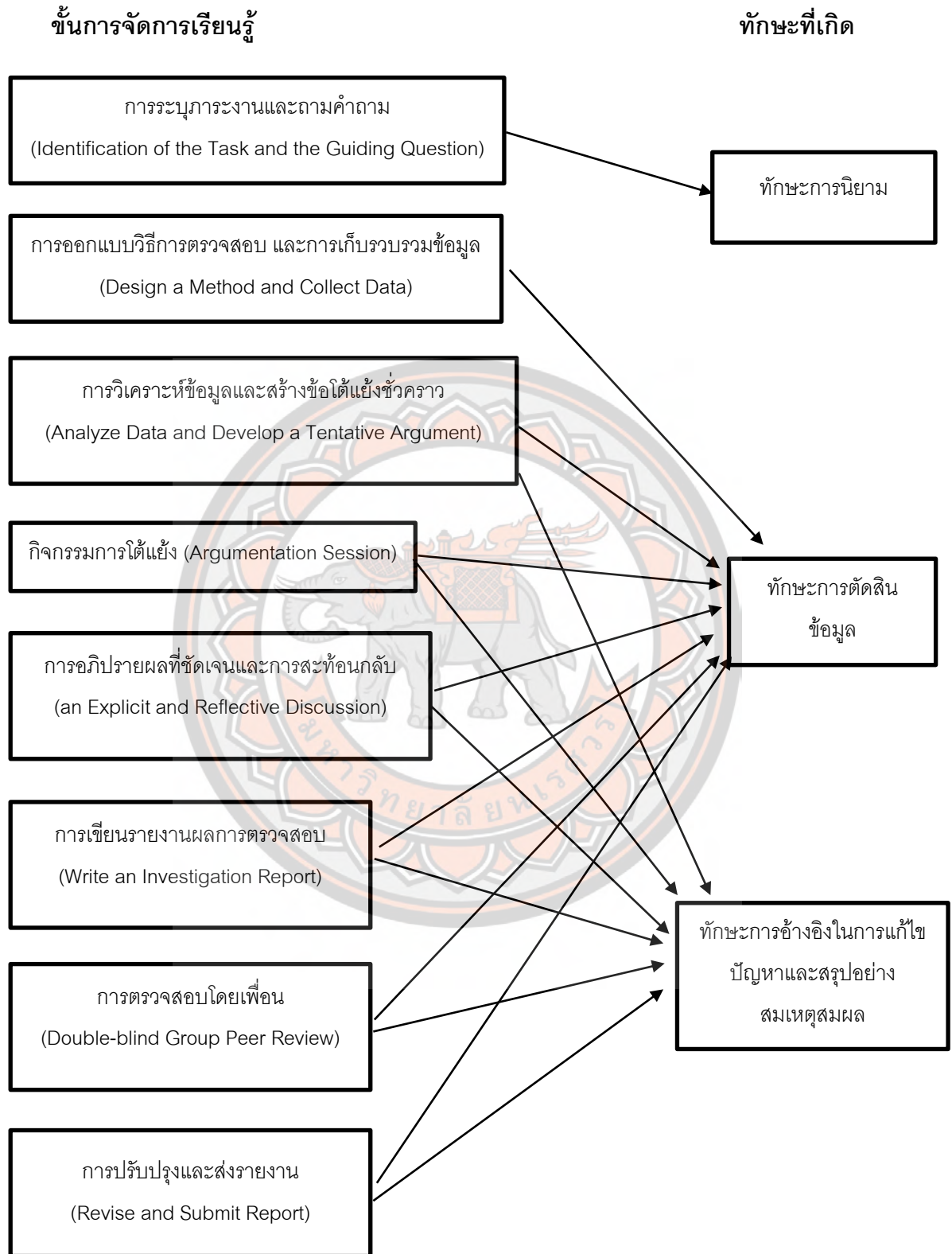
| ขั้นตอนการเรียนการสอน | บทบาทครู | บทบาทนักเรียน |
|--|---|---|
| <p>1. การระบุภาระงานและ การถามคำถาม</p> <p>คือ การสร้างความสนใจ การ เชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่ ศึกษา และระบุภาระงานให้กับ นักเรียน</p> | <p>1. กระตุ้นความสนใจในเรื่อง หัวข้อ หรือประเด็นปัญหา</p> <p>2. เชื่อมโยงประสบการณ์หรือ ความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษา</p> <p>3. ระบุงานให้กับนักเรียน</p> <p>4. จัดทำคู่มือสำหรับแนะนำ หัวข้อ หรือประเด็นปัญหา</p> | <p>1. คิดจดจ่อกับหัวข้อหรือ ประเด็นปัญหาที่ครูให้</p> <p>2. นึกถึงประสบการณ์หรือ ความรู้เดิม เพื่อเชื่อมโยงกับ เรื่องที่จะศึกษา</p> |
| <p>2. การออกแบบวิธีการและ เก็บรวบรวมข้อมูล</p> <p>คือ การทำงานเป็นกลุ่มเพื่อ ออกแบบวิธีการเก็บรวบรวม ข้อมูล และทำการเก็บรวบรวม ข้อมูล</p> | <p>1. อำนวยความสะดวกในการ จัดวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียน</p> <p>2. เป็นแหล่งข้อมูลประเภท บุคคลสำหรับนักเรียน</p> <p>3. ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียน คิดพิจารณาสิ่งที่ทำอย่างมี เหตุผล</p> <p>4. ให้คำแนะนำในการ ออกแบบการสำรวจตรวจสอบ ของนักเรียน</p> | <p>1. คิด พิจารณา วางแผน และ ออกแบบวิธีการดำเนินการ</p> <p>สำรวจตรวจสอบ</p> <p>2. คาดคะเนคำตอบของการ สำรวจตรวจสอบ</p> <p>3. ดำเนินการสำรวจตรวจสอบ ด้วยการทำงานเป็นกลุ่มขนาด เล็ก</p> <p>4. เก็บรวบรวมหลักฐาน หรือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบ</p> |

ตาราง 2 (ต่อ)

| ขั้นตอนการเรียนการสอน | บทบาทครู | บทบาทนักเรียน |
|---|---|---|
| <p>3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว</p> <p>คือ การวิเคราะห์ข้อมูล และสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล</p> | <p>1. ให้คำแนะนำในการสร้างข้อโต้แย้ง</p> <p>2. ชี้ให้เห็นความสำคัญของหลักฐานและเหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง</p> | <p>1. จัดกระทำ วิเคราะห์ข้อมูลที่ ได้จากการสำรวจตรวจสอบ</p> <p>2. สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว หรือข้อสรุปที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล</p> <p>3. ร่วมกันเขียนข้อโต้แย้งลงในกระดาษหรือกระดาน</p> |
| <p>4. กิจกรรมการโต้แย้ง</p> <p>คือ การจัดให้มีการโต้แย้งทั้งห้องเรียน ด้วยการให้นักเรียนโต้แย้งระหว่างกลุ่ม</p> | <p>1. กำหนดประเด็น และนิยามคำสำคัญในการโต้แย้ง</p> <p>2. เป็นผู้นำการอภิปรายจัดการ และควบคุมเวลาสำหรับการโต้แย้ง</p> | <p>1. นำเสนอข้อโต้แย้งต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน พร้อมให้เหตุผลโดยใช้ข้อมูล และหลักฐานที่ถูกต้อง สมเหตุสมผล</p> <p>2. แสดงทัศนคติต่อข้อโต้แย้งที่เพื่อนนำเสนอพร้อมให้เหตุผลประกอบข้อโต้แย้ง</p> |
| <p>5. การอภิปรายอย่างชัดเจน และการสะท้อนกลับ</p> <p>คือ การอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับเนื้อหา วิธีการ และผลของนักเรียน</p> | <p>1. อภิปราย ให้ความรู้เพิ่มเติม</p> <p>2. ให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการสำรวจตรวจสอบเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครั้งต่อไป</p> | <p>1. อภิปรายความรู้ร่วมกับครูและเพื่อนในห้อง</p> <p>2. อภิปรายวิธีการสำรวจตรวจสอบ เพื่อนำไปปรับปรุงในการสำรวจตรวจสอบในครั้งถัดไป</p> |
| <p>6. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ</p> <p>คือ การให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล</p> | <p>1. กระตุ้นให้นักเรียนเขียนรายงานที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจ และกระบวนการที่ได้ปฏิบัติ</p> | <p>1. ประเมินความคิดที่ได้จากกิจกรรมการโต้แย้ง</p> <p>2. เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง เพื่อสื่อสารความคิดของตนเอง</p> |

ตาราง 2 (ต่อ)

| ขั้นตอนการเรียนการสอน | บทบาทครู | บทบาทนักเรียน |
|--|---|---|
| <p>7. การตรวจสอบโดยเพื่อน คือ การตรวจสอบและการประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ</p> | <p>1. กำหนดเกณฑ์สำหรับการประเมินคุณภาพของรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ</p> <p>2. อำนวยความสะดวก เช่น การแจกจ่ายงานให้นักเรียน</p> <p>3. ชี้ให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบโดยเพื่อนว่า เป็นกิจกรรมที่มีคุณค่าต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์</p> | <p>1. ประเมิน ตรวจสอบรายงานของเพื่อน ตามเกณฑ์ที่กำหนด</p> <p>2. ให้ข้อมูลย้อนกลับในด้านคุณภาพของรายงานที่ควรปรับปรุง พร้อมให้เหตุผลประกอบ</p> |
| <p>8. การปรับปรุงและส่งรายงาน คือ การแก้ไข ปรับปรุงรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน</p> | <p>1. เป็นผู้ดำเนินการอภิปรายและสะท้อนผลให้กับนักเรียน</p> <p>2. ใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน</p> <p>3. แก้มโนทัศน์ที่ผิดของนักเรียน</p> | <p>1. ปรับปรุง แก้ไขรายงานตามคำแนะนำหรือการประเมินจากเพื่อน</p> |



ภาพ 1 แสดงความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรรณญา จำปามูล (2555) ได้ทำวิจัยทดลอง เรื่อง ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสร้างข้อโต้แย้งที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป 3) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง และ 4) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป โดยกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย สุราษฎร์ธานี ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 2 ห้องเรียน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์ (2556) นำรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้งและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในการเสริมสร้างสมรรถนะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มโรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา และกลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานคร พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนนี้มีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60.23 ซึ่งยังต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 อย่างไรก็ตาม คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มโรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษาสูงกว่ากลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และนอกจากนี้ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนนี้มีคะแนนเฉลี่ยความมีเหตุผลสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คะแนนเฉลี่ยความมีเหตุผลระหว่างนักเรียนกลุ่มโรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา และกลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกัน และผลการสังเกตพฤติกรรมความมี

เหตุผลระหว่างเรียน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนนี้แสดงพฤติกรรมความมีเหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 จำนวน 9 พฤติกรรม จาก 10 พฤติกรรม

ภัทรารวรรณ ไชยมงคล (2558) รูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้งเพื่อเพื่อศึกษาผลของการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 4.3 โรงเรียนสตรีประจำจังหวัดหนึ่งในเขตภาคเหนือตอนล่าง จำนวน 30 คน ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 เก็บข้อมูลเชิงลึกโดยใช้แบบทดสอบ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ รายงานการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และอนุทินของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูล เชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์นี้ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการใช้สถานการณ์คำตอบหลากหลาย มีความน่าสนใจ ร่วมกับการใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้เดิม ประกอบการใช้สื่อที่น่าสนใจ เช่น รูปภาพ วิดีทัศน์ เป็นต้น นักเรียนได้ทำงานกลุ่มในการออกแบบการสำรวจตรวจสอบคาดคะเนคำตอบ การรวบรวมหลักฐาน และลงข้อสรุป นอกจากนั้นยังมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมการโต้แย้ง ในการแสดงความคิดเห็นบนพื้นฐานของหลักฐานและเหตุผลของนักเรียนทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนได้ โดยก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ นักเรียนทุกคนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับที่เพิ่มขึ้น

Sampson, Grooms, & walker (2011) ได้ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนทางตอนใต้ของสหรัฐอเมริกา โดยให้นักเรียนทำการปฏิบัติในงาน 15 กิจกรรมที่ผู้วิจัยได้คิดขึ้นมาเป็นเวลา 18 สัปดาห์ มีการเปรียบเทียบก่อนหลังการจัดการเรียนการสอนนี้ พบว่านักเรียนมีการอธิบายและสร้างข้อโต้แย้งได้ดีขึ้นหลังจากได้ผ่านกิจกรรม 15 กิจกรรมที่มีการสอดแทรกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

แล้วรูปแบบการเรียนการสอนนี้สามารถนำไปปรับเปลี่ยนธรรมชาติของการเรียนปฏิบัติการให้ดียิ่งขึ้นกว่าเดิมด้วย เพื่อจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนและมีส่วนร่วมในการฝึกทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์รวมถึงการเขียน

Walker et al. (2012) ได้วิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาเคมี จำนวน 699 คน ที่มีต่อมโนทัศน์ทางเคมี ทักษะการโต้แย้ง และทัศนคติต่อวิชาเคมี โดยการเปรียบเทียบการทำการปฏิบัติการแบบดั้งเดิมกับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งทั้งหมด 16 ปฏิบัติการโดยผู้วิจัยได้เลือกใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง 7 ขั้นตอนซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้ 1) ขั้นระบุนภาระงานเป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนทำให้นักศึกษาทราบเนื้อหาหลักที่จะต้องเรียนแล้วเริ่มต้นการทำปฏิบัติการในขั้นตอนนี้ถูกออกแบบมาเพื่อทำให้นักศึกษาเกิดความสนใจ โดยนักศึกษาก็จะได้รับเอกสารประกอบการเรียนซึ่งประกอบด้วยเอกสารแนะนำการเรียนและคำถามวิจัย 2) ขั้นการสร้างข้อมูลในขั้นตอนนี้นักศึกษาจะต้องทำงานแบบร่วมมือกันเป็นกลุ่มเพื่อพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาหรือวิธีการหาคำตอบและทำการเก็บรวบรวมข้อมูล 3) ขั้นการสร้างข้อโต้แย้ง ช่วงเวลาในขั้นตอนนี้นักศึกษาจะได้สร้างข้อโต้แย้งซึ่งประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผลบนกระดานขนาดใหญ่ 4) ขั้นการโต้แย้ง ในขั้นตอนนี้นักศึกษาแต่ละกลุ่มจะทำการแลกเปลี่ยนข้อโต้แย้งและวิจารณ์การทำงานของกลุ่มอื่นเพื่อตัดสินใจว่าข้อกล่าวอ้างของกลุ่มใดที่มีความถูกต้อง และน่าเชื่อถือมากที่สุด 5) ขั้นการเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้ ในขั้นตอนนี้นักศึกษาจะต้อง เขียนรายงานเพื่อตอบคำถาม 3 ข้อ ได้แก่ นักศึกษากำลังพยายามที่จะทำอะไรแล้วทำไม นักศึกษาได้ทำอะไรแล้วทำไม ทำไม และอะไรคือข้อโต้แย้งของนักศึกษา 6) ขั้นการตรวจสอบ โดยเพื่อน ในขั้นตอนนี้เมื่อนักศึกษาเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้เสร็จแล้วจะถูกส่งให้ครูทำการส่งต่อไปให้นักศึกษาคนอื่นแบบกลุ่มพร้อมกับแบบประเมินคุณภาพรายงานการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งประกอบด้วยหลักเกณฑ์ในการประเมินคุณภาพรายงานการสืบเสาะหาความรู้และพื้นที่สำหรับเขียนข้อเสนอแนะ 7) ขั้นการปรับปรุงแก้ไขรายงานการสืบเสาะหาความรู้ ในขั้นตอนนี้นักศึกษาจะได้ปรับปรุงแก้ไขรายงานการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ตามหนังสือที่ได้อ่านหรือตาม คำแนะนำของเพื่อนหลังจากจัดการเรียนรู้ครบ 7 ขั้นตอนแล้วผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลมโนทัศน์ทางเคมี ความสามารถในการใช้ประจักษ์พยาน ความสามารถในการใช้เหตุผล และทัศนคติที่มีต่อวิชาเคมีก่อนและหลังการทำปฏิบัติการแล้วทำการวัดประเมินผลโดยการใช้ข้อสอบแบบหลาย ตัวเลือก จากผลการวิจัย พบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผลและการใช้ประจักษ์

พยานได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่ผลที่มีต่อมโนทัศน์ทางเคมีไม่มีความแตกต่างจากการทำปฏิบัติการ
ในรูปแบบปกติ และพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ
โต้แย้งสามารถพัฒนาทัศนคติที่มีต่อวิชาเคมีได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในนักศึกษา
เพศหญิง



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) เรื่อง การส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. กลุ่มศึกษา
2. บริบทของห้องเรียน
3. สิ่งที่ศึกษา
4. รูปแบบการวิจัย
5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. ขั้นตอนการดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
7. การเก็บรวบรวมข้อมูล
8. การวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มศึกษา

กลุ่มศึกษา คือ นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามโครงการพิเศษเน้นวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยี (SMAT) ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 31 คน และเป็นนักเรียนในห้องที่ผู้วิจัยรับผิดชอบในการจัดการเรียนรู้

บริบทของห้องเรียน

ลักษณะห้องเรียนเป็นห้องเรียนปฏิบัติการ โต๊ะและเก้าอี้จัดอยู่กันเป็นกลุ่ม ภายในห้องเรียนมีแสงสว่างเพียงพอและภายในห้องเรียนมีเครื่องปรับอากาศเพื่ออำนวยความสะดวก บริเวณหน้าห้องมีอุปกรณ์เครื่องฉายภาพจำนวน 1 เครื่องและมีกระดานไวท์บอร์ดพร้อมใช้งาน และนักเรียนทุกคนมีโทรศัพท์มือถือที่สามารถเข้าถึงเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ นักเรียนภายในห้องมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน นักเรียนส่วนใหญ่ชอบทำกิจกรรมเป็นกลุ่มภายในห้องเรียน

สิ่งที่ศึกษา

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
2. ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ซึ่งผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนและเป็นผู้ดำเนินการวิจัย โดยการวิจัยดังกล่าวเน้นการศึกษาเชิงลึกด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยมีขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอนเป็นวงจรต่อเนื่องกัน ของ Kemmis, & McTaggart (1998 อ้างถึงใน สิริธรรมา กิจเกื้อกูล, 2557, น.149-152) ได้แก่

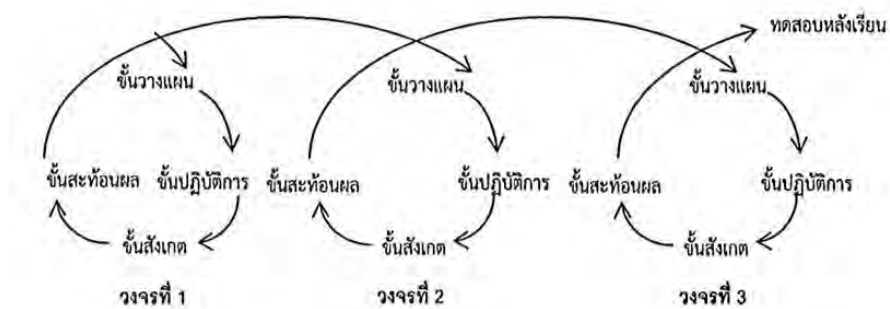
1. ขั้นวางแผน (Plan) โดยผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส เพื่อนำข้อมูลมาใช้ประกอบการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

2. ขั้นปฏิบัติการ (Act) ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่สร้างขึ้นใช้ในการจัดการเรียนการสอน

3. ขั้นสังเกต (Observe) เป็นขั้นการสังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เครื่องมือวิจัยในการเก็บข้อมูล คือ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน และอนุทินของผู้เรียน

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือทั้ง 3 เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

ผู้วิจัยได้ทำเช่นนี้จนครบ 3 วงจรปฏิบัติการ และทำการวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ซึ่งมีขั้นตอนกระบวนการวิจัย ดังภาพต่อไปนี้



ภาพ 2 แสดงขั้นตอนของกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในงานวิจัยครั้งนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

คำถามวิจัยข้อที่ 1 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ควรมีแนวทางอย่างไร

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ใช้เนื้อหาในรายวิชาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 12 ชั่วโมง

1.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง pH ของสารละลาย จำนวน 4 ชั่วโมง

1.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปฏิกริยาของกรดและเบส จำนวน 4 ชั่วโมง

1.1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ จำนวน 4 ชั่วโมง

1.1.4 แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

คำถามวิจัยข้อที่ 2 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้อย่างไร

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1.1 แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบเขียนตอบอิสระ

1.2 รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน

1.3 ชิ้นงานข้อโต้แย้งชั่วคราว

ขั้นตอนการดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือแต่ละชนิดมีรายละเอียดขั้นตอนการสร้าง และหาคุณภาพ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ใช้เนื้อหาในรายวิชาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 12 ชั่วโมง ดังนี้

1.1 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง และการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

1.2 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับรายวิชาเคมี (เพิ่มเติม) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อกำหนดกรอบความคิดในด้านผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการศึกษาเอกสาร ดังนี้

1.2.1 หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.2.2 ผลการเรียนรู้ รายวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้เนื้อหาในการวิจัย 3 เนื้อหา ได้แก่ pH ของสารละลาย ปฏิริยาของกรดและเบส และสารละลายบัฟเฟอร์ ซึ่งมีตามผลการเรียนรู้ ดังนี้

ผลการเรียนรู้ข้อที่ 15 อธิบายการเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุลของน้ำเมื่อเติมกรดหรือเบส พร้อมทั้งคำนวณหา ความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- ในสารละลายได้

ผลการเรียนรู้ข้อที่ 16 คำนวณหา pH ของสารละลายเมื่อทราบความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- และบอก ความเป็นกรด-เบสของสารละลายจากค่า pH ได้

ผลการเรียนรู้ข้อที่ 19 อธิบายการเกิดเกลือจากปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส และกรดหรือเบสกับสารบางชนิด พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาและบอกสมบัติของเกลือที่เกิดขึ้น

ผลการเรียนรู้ข้อที่ 20 อธิบายความหมายของปฏิกิริยาการสะเทิน พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้

ผลการเรียนรู้ข้อที่ 21 อธิบายการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือในน้ำ พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้

ผลการเรียนรู้ข้อที่ 24 อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเติมกรดหรือเบสลงในระบบบัฟเฟอร์ เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาการควบคุม pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ได้

ตาราง 3 แสดงชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ ประเด็นในการโต้แย้ง และจำนวน ชั่วโมงเรียน

| แผน ที่ | ชื่อแผนการจัดการ การเรียนรู้ | ผลการเรียนรู้ | ประเด็นในการโต้แย้ง | จำนวน ชั่วโมง |
|------------|---------------------------------|--|--|------------------|
| 1 | pH ของ สารละลาย | - อธิบายการเปลี่ยนแปลงภาวะ สมดุลของน้ำเมื่อเติมกรดหรือ เบส พร้อมทั้งคำนวณหา ความ เข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- ใน สารละลายได้ - คำนวณหา pH ของ สารละลายเมื่อทราบความ เข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- และ บอก ความเป็นกรด-เบสของ สารละลายจากค่า pH ได้ | เปรียบเทียบกรดกรด ประเภท Antacids ชนิดน้ำ และชนิดเม็ดที่มี ส่วนประกอบที่แตกต่างกัน ว่ากรดกรดชนิดใดมี ประสิทธิภาพมากกว่ากัน เพื่อเป็นผลในการเลือกซื้อ ยาลดกรดได้อย่างมี ประสิทธิภาพ | 4 |
| 2 | ปฏิกิริยาของ กรดและเบส | - อธิบายการเกิดเกลือจาก ปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส และกรดหรือเบสกับสารบาง ชนิด พร้อมทั้งเขียนสมการ แสดงปฏิกิริยาและบอกสมบัติ ของเกลือที่เกิดขึ้น - อธิบายความหมายของ ปฏิกิริยาการสะเทิน พร้อมทั้ง เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้ - อธิบายการเกิดปฏิกิริยาไฮโดร ลิซิสของเกลือในน้ำ พร้อมทั้ง เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้ | ข้อความที่ผู้โพสเพชบุ๊คได้ โพสว่า “น้ำยาล้างห้องน้ำ เมื่อผสมกับน้ำยาฟอกผ้า ขาวจะเกิดควันอันตราย” มี ความน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร | 4 |

ตาราง 3 (ต่อ)

| แผน ที่ | ชื่อแผนการจัด การเรียนรู้ | ผลการเรียนรู้ | ประเด็นในการโต้แย้ง | จำนวน ชั่วโมง |
|------------|------------------------------|--|---|------------------|
| 3 | สารละลาย บัฟเฟอร์ | - อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่ เกิดขึ้นเมื่อเติมกรดหรือเบสลง ในระบบบัฟเฟอร์ เขียนสมการ แสดงปฏิกิริยาการควบคุม pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ได้ | นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่าการ เติมน้ำอัลคาไลน์หรือน้ำ ต่างเพื่อสุขภาพจะช่วย ปรับสมดุลความเป็นกรด- ด่างในร่างกายได้ เพราะ เหตุใด | 4 |

1.2.3 ศึกษารายละเอียดเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วย
รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งจากหนังสือเรียนเคมี 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการ
สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง กรด-เบส

1.3 วิเคราะห์เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน จากเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส
และความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องทั้ง 3 ด้าน คือ

ด้าน 1 ทักษะการนิยาม

ด้าน 2 ทักษะการตัดสินใจข้อมูล

ด้าน 3 ทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล

1.4 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้
ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ
โต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด
12 ชั่วโมง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง pH ของสารละลาย จำนวน 4 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาของกรดและเบส จำนวน 4 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ จำนวน 4 ชั่วโมง

โดยแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ
โต้แย้ง ประกอบด้วย

1.5.1 ชื่อเรื่อง

1.5.2 ผลการเรียนรู้

1.5.3 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.5.4 สาระสำคัญ

1.5.5 กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ
โต้แย้ง โดยใช้ขั้นตอนของ Sampson, et al. (2014) ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การระบุภาระงานและถามคำถาม
- 2) การออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3) การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว
- 4) กิจกรรมการโต้แย้ง
- 5) การอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ
- 6) การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ
- 7) การตรวจสอบโดยเพื่อน
- 8) การปรับปรุงและส่งรายงาน

1.5.6 การวัดและประเมินผล

1.5.7 สื่อและแหล่งเรียนรู้

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และ
ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน
ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา เป็นอาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน
และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นครุผู้มีประสบการณ์สอนในเนื้อหากรด-เบส มากกว่า
5 ปี และเป็นครุวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาเคมี จำนวน 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง
ของเนื้อหา ภาษา เวลา และความเหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาถึงความเห็นตามเกณฑ์ที่
กำหนดให้ซึ่งปรับปรุงจากแบบประเมินผลงานวิจัยและเกณฑ์การประเมินผลของ บุญชม ศรีสะอาด
(2554, น. 121) แบ่งออกเป็น 5 ระดับการประเมิน ดังนี้

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

1.8 นำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย และหาค่าเฉลี่ยในแต่ละด้าน แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมิน โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

- 4.51-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
- 3.51-4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
- 2.51-3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง
- 1.51-2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย
- 1.00-1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งในงานวิจัยนี้จะนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าระดับ 3.51 คะแนน คือ นำแผนการจัดการเรียนรู้ต้องมีความเหมาะสมระดับมาก และมากที่สุดมาใช้ในการวิจัย (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, หน้า 121)

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1, 2 และ 3 มีความเหมาะสมมากถึงมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42, 4.46 และ 4.54 คะแนน ตามลำดับ และภาพรวมความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการตรวจสอบมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเรียบร้อยเพื่อจัดทำเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์

ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ การปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียน และปรับเวลาในการจัดการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนให้มากขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนปฏิบัติ

2. แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนสร้างดังนี้

เป็นแบบสังเกตที่ให้ครูพี่เลี้ยงซึ่งมีความเชี่ยวชาญหรือมีประสบการณ์ในการสอนวิชาเคมีอย่างน้อย 5 ปี เป็นผู้ร่วมสังเกตแนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และผู้วิจัยสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของตนเองลงในแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งในการบันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ ผลที่เกิดขึ้น ปัญหา และแนวทางแก้ไขปัญหาในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

2.1 กำหนดขอบข่ายการบันทึก

2.1.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง 8 ชั้น ได้แก่

- 1) การระบุภาระงานและถามคำถาม
- 2) การออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3) การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว
- 4) กิจกรรมการโต้แย้ง
- 5) การอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ
- 6) การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ
- 7) การตรวจสอบโดยเพื่อน
- 8) การปรับปรุงและส่งรายงาน

โดยแต่ละชั้นนั้นได้ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่

2.1.2 กำหนดหัวข้อที่ต้องการจดบันทึกในแต่ละชั้น ดังนี้

- 1) ลักษณะของการจัดการเรียนรู้
- 2) สิ่งที่นักเรียนได้รับจากการเรียนรู้
- 3) ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบ
- 4) แนวทางการปรับปรุงและแก้ไข

2.2 สร้างแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ตามหัวข้อที่กำหนด

2.3 นำแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจพิจารณาและให้ข้อคิดเห็น

2.4 ปรับปรุง แก้ไข แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ก่อนนำไปใช้จริงเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้สะท้อนผลแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์

3. แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นแบบวัดแบบเขียนตอบอิสระ จำนวน 11 ข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ต่อไปนี้

3.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาการสร้างข้อสอบเพื่อประเมินความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์

3.3 ศึกษาหลักสูตร คู่มือ ตำราและรายละเอียดเนื้อหาจากหนังสือแบบเรียนวิชาเคมี 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง กรด-เบส เพื่อรวบรวมเนื้อหาที่นักเรียนต้องศึกษา แล้วนำมาเป็นข้อมูลในการสร้างแบบวัด

3.4 กำหนดรูปแบบของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส แบบเขียนตอบแบบอิสระ มีทั้งหมด 4 สถานการณ์ โดยสถานการณ์ที่ 1 มีคำถามย่อยทั้งหมด 5 ข้อ สถานการณ์ที่ 2 มีคำถามย่อยทั้งหมด 4 ข้อ สถานการณ์ที่ 3 มีคำถามย่อยทั้งหมด 1 ข้อ และสถานการณ์ที่ 4 มีคำถามย่อยทั้งหมด 1 ข้อ รวมมีจำนวนคำถามย่อยทั้งหมด 11 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 60 นาที

3.5 สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นแบบวัดแบบเขียนตอบอิสระ โดยสร้างทั้งหมด 4 สถานการณ์ โดยสถานการณ์ที่ 1 มีคำถามย่อยทั้งหมด 10 ข้อ สถานการณ์ที่ 2 มีคำถามย่อยทั้งหมด 8 ข้อ สถานการณ์ที่ 3 มีคำถามย่อยทั้งหมด 2 ข้อ และสถานการณ์ที่ 4 มีคำถามย่อยทั้งหมด 2 ข้อ รวมมีจำนวนคำถามย่อยทั้งหมด 22 ข้อ และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนการวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยออกแบบแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับคุณลักษณะการมีความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงการวิเคราะห์ห้อกแบบแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์แบบเขียนตอบอิสระ

| เรื่อง | ทักษะการนิยาม | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------------|-------|--------------|-------|--------------------------------------|-------|-----------------------------------|-------|------------------------|-------|
| | การระบุจุดสำคัญของประเด็นปัญหา | | การลงข้อสรุป | | การระบุเหตุผลทั้งที่ปรากฏและไม่ปรากฏ | | การตั้งคำถามที่เหมาะสมในสถานการณ์ | | การระบุเงื่อนไขข้อตกลง | |
| | สร้าง | ใช้ | สร้าง | ใช้ | สร้าง | ใช้ | สร้าง | ใช้ | สร้าง | ใช้ |
| | (ข้อ) | (ข้อ) | (ข้อ) | (ข้อ) | (ข้อ) | (ข้อ) | (ข้อ) | (ข้อ) | (ข้อ) | (ข้อ) |
| คำถามเกี่ยวกับ กรด-เบส | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |

ตาราง 4 (ต่อ)

| เรื่อง | ทักษะการตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาและการ | | | | | | | | สรุปอย่างสมเหตุสมผล | | | | รวม | | |
|-----------|---------------------------------------|-------|-------------|-------|---------------------------------|-------|------------|------------|---------------------|------------|---------------|-----------|-----------|----|--------------|
| | ทักษะการตัดสินใจข้อมูล | | | | การอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและการ | | | | สรุปอย่างสมเหตุสมผล | | | | | | |
| | การตัดสินใจ | | การตัดสินใจ | | การตัดสินใจ | | การพิจารณา | | การอ้างอิงการ | | การอ้างอิงการ | | | | การสรุปอย่าง |
| ข้อมูล | ความ | ความ | ความ | ความ | ความ | ความ | ความ | ตัดสินใจใน | ตัดสินใจใน | ตัดสินใจใน | ตัดสินใจใน | สรุปอย่าง | สรุปอย่าง | | |
| สร้าง | ใช้ | สร้าง | ใช้ | สร้าง | ใช้ | สร้าง | ใช้ | สร้าง | ใช้ | สร้าง | ใช้ | สร้าง | ใช้ | | |
| (ข้อ) | (ข้อ) | (ข้อ) | (ข้อ) | (ข้อ) | (ข้อ) | (ข้อ) | (ข้อ) | (ข้อ) | (ข้อ) | (ข้อ) | (ข้อ) | (ข้อ) | (ข้อ) | | |
| คำถาม | | | | | | | | | | | | | | | |
| เกี่ยวกับ | | | | | | | | | | | | | | | |
| กรด- | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 22 | 11 | |
| เบส | | | | | | | | | | | | | | | |

3.6 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนการวัดการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งแบบวัดเป็นแบบเขียนตอบอิสระ กำหนดเกณฑ์พิจารณาการให้คะแนนของแบบวัด ดังนี้

- 2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์
- 1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามได้ถูกต้องบางส่วน
- 0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง ตอบไม่ตรงคำถาม หรือไม่ได้

ตอบคำถาม

3.7 นำแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม และนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งตรวจสอบภาษาที่ใช้ในข้อคำถาม แล้วจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.8 นำแบบวัดที่ปรับปรุงตามข้อแนะนำของประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ท่านแรกผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา เป็นอาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ท่านที่สองผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา เป็นอาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ และท่านที่สามครุผู้ที่มีประสบการณ์สอนเนื้อหากรด-เบสมากกว่า 5 ปี เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ด้วยการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม และนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความถูกต้องของข้อคำถาม และความถูกต้องเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วนำคะแนนที่ได้จากการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด หาค่าความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ระหว่างข้อคำถาม กับลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรม โดยใช้สูตร ดังนี้

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

IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

โดยที่

ถ้าแน่ใจว่าจุดประสงค์สอดคล้องกับความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเท่ากับ +1.00

ถ้าไม่แน่ใจว่าจุดประสงค์สอดคล้องกับความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเท่ากับ 0.00

ถ้าแน่ใจว่าจุดประสงค์ไม่สอดคล้องกับความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเท่ากับ -1.00

ถ้าข้อสอบข้อใดค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าแบบทดสอบนั้นเป็นตัวแทนข้อสอบความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ที่จะสามารถนำไปทดสอบได้ แต่หากข้อสอบข้อใดมีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.5 ข้อสอบนั้นจะถูกตัดออกไปหรือต้องปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, 2539, น.181)

3.8 คัดเลือกข้อสอบที่มีความสอดคล้อง และปรับปรุงแก้ไขแบบวัดตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำเสนอต่อประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง และขอคำแนะนำแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อย จากนั้นจึงจัดทำแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ 1) ปรับสถานการณ์ให้มีความซับซ้อนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน 2) ปรับเวลาในการทดสอบนักเรียนให้มีความเหมาะสม และมีผลการประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1

4. รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน

เป็นแบบบันทึกสำหรับนักเรียนแต่ละคน ในการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งประกอบด้วย วัตถุประสงค์ ประเด็นปัญหา คำตอบที่คาดคะเน วิธีการสำรวจตรวจสอบ บันทึกผลการสำรวจตรวจสอบ (หลักฐาน/เหตุผล) ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับวิธีการสำรวจตรวจสอบหรืออื่น ๆ และเอกสารอ้างอิง โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

4.1 ศึกษาความหมายและองค์ประกอบของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์

4.2 กำหนดขอบข่ายของสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนเขียนในรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ตามองค์ประกอบของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์

4.3 สร้างแบบรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามหัวข้อ ซึ่งประกอบด้วย วัตถุประสงค์ ประเด็นปัญหา คำตอบที่คาดคะเน วิธีการสำรวจตรวจสอบ บันทึกผลการสำรวจตรวจสอบ (หลักฐาน/เหตุผล) ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวิธีการสำรวจตรวจสอบหรืออื่น ๆ และเอกสารอ้างอิง เพื่อให้นักเรียนบันทึก

4.4 นำรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเสนอต่อประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาและให้ข้อคิดเห็น

4.5 ปรับปรุง แก้ไข รายงานผลการสำรวจตรวจสอบแล้วนำไปใช้จริง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้สะท้อนผล

5. ชี้นำงานข้อโต้แย้งชั่วคราว

เป็นงานที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวลงในกระดาษปรีฟ ในกิจกรรมขั้นการวิเคราะห์และสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยสิ่งที่จะนำเสนอเป็นข้อโต้แย้งชั่วคราวจะประกอบด้วย 1) ประเด็นปัญหาในคำถามชี้หน้าที่ 1 2) หลักฐานข้อมูลเชิงประจักษ์พยานที่ได้จากการสืบค้นและจากการทดลอง 3) เหตุผลที่ใช้ในการอ้างอิงและสรุปสิ่งที่ได้จากการคาดคะเนในคำถามชี้หน้าที่ 1 อย่างสมเหตุสมผล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ชี้แจงวัตถุประสงค์และข้อตกลงเบื้องต้นในการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ให้กลุ่มเป้าหมายได้เข้าใจ

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส โดยใช้จัดการเรียนรู้ระหว่างการปฏิบัติการตามวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจร ดังนี้

วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง pH ของสารละลาย

ขั้นที่ 1 วางแผน

วางแผนและออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง pH ของสารละลาย โดยกำหนดจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ แล้วสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ขึ้น รวมถึงสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับดำเนินการวิจัยตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางแผนไว้

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติการ

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง pH ของสารละลาย ครอบคลุมผลการเรียนรู้ได้แก่ 1) อธิบายการเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุลของน้ำเมื่อเติมกรดหรือเบส พร้อมทั้งคำนวณหาความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- ในสารละลายได้ 2) คำนวณหา pH ของสารละลายเมื่อทราบความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- และบอกความเป็นกรด-เบสของสารละลายจากค่า pH ได้ โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยขั้นตอน 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุภาระงานและถามคำถาม 2) การออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล 3) การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) กิจกรรมการโต้แย้ง 5) การอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ 6) การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ 7) การตรวจสอบโดยเพื่อน และ 8) การปรับปรุงและส่งรายงาน โดยประเด็นในการโต้แย้ง คือ “เปรียบเทียบยาลดกรดประเภท Antacids ชนิดน้ำและชนิดเม็ดที่มีส่วนประกอบที่แตกต่างกันว่ายาลดกรดชนิดใดมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน เพื่อเป็นผลในการเลือกซื้อยาลดกรดได้อย่างมีประสิทธิภาพ” ซึ่งใช้เวลาในการดำเนินการจัดกิจกรรมทั้งหมด 4 ชั่วโมง

ขั้นที่ 3 สังเกต

ในระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง pH ของสารละลาย ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยสังเกตจากครูที่เลี้ยงและผู้วิจัย รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ชิ้นงานข้อโต้แย้งชั่วคราว ขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ในขั้นสะท้อนผล

ขั้นที่ 4 สะท้อนผล

ผู้วิจัยสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง pH ของสารละลาย จากแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยสังเกตจากครูที่เลี้ยงและผู้วิจัย เพื่อดูผลของแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง นอกจากนี้ยังมีการสะท้อนผลจากรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ชิ้นงานข้อโต้แย้งชั่วคราว เพื่อประเมินผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งต่อความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นผู้วิจัยนำผลการประเมินทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อสะท้อนผลการปฏิบัติของวงจรที่ 1 และนำผลที่ได้มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปฏิบัติการของกรดและเบส ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งต่อไป

วงจรถัดที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปฏิบัติการของกรดและเบส

ขั้นที่ 1 วางแผน

นำผลการประเมินทั้งหมดที่ได้จากการสะท้อนผลการปฏิบัติของวงจรถัดที่ 1 มาปรับแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ปฏิบัติการของกรดและเบส โดยวางแผน ออกแบบ และกำหนดจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ แล้วสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ขึ้น รวมถึงสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับดำเนินการวิจัยตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางแผนไว้

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติการ

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ปฏิบัติการของกรดและเบส ครอบคลุมผลการเรียนรู้ ได้แก่ 1) อธิบายการเกิดเกลือจากปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส และกรดหรือเบสกับสารบางชนิด พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาและบอกสมบัติของเกลือที่เกิดขึ้น 2) อธิบายความหมายของปฏิกิริยาการสะเทิน พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้ โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยขั้นตอน 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุภาระงานและถามคำถาม 2) การออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล 3) การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) กิจกรรมการโต้แย้ง 5) การอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ 6) การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ 7) การตรวจสอบโดยเพื่อน และ 8) การปรับปรุงและส่งรายงาน โดยประเด็นในการโต้แย้ง คือ “ข้อความที่ผู้โพสเฟซบุ๊กได้โพสต์ว่า “น้ำยาล้างห้องน้ำเมื่อผสมกับน้ำยาฟอกผ้าขาวจะเกิดควันอันตราย” มีความน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร” ซึ่งใช้เวลาในการดำเนินการจัดกิจกรรมทั้งหมด 4 ชั่วโมง

ขั้นที่ 3 สังเกต

ในระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ปฏิบัติการของกรดและเบส ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยสังเกตจากครูที่เลี้ยงและผู้วิจัย รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ซึ่งงานข้อโต้แย้งชั่วคราว ขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้อภิปรายกันในชั้นสะท้อนผล

ขั้นที่ 4 สะท้อนผล

ผู้วิจัยสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ปฏิบัติการของกรดและเบส จากแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยสังเกตจากครูที่เลี้ยงและผู้วิจัย เพื่อดูผลของแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะ

ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง นอกจากนี้ยังมีการสะท้อนผลจากรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ซึ่งงานข้อโต้แย้งชั่วคราว เพื่อประเมินผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งต่อความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นผู้วิจัยนำผลการประเมินทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อสะท้อนผลการปฏิบัติของวงจรที่ 2 และนำผลที่ได้มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งต่อไป

วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์

ขั้นที่ 1 วางแผน

นำผลการประเมินทั้งหมดที่ได้จากการสะท้อนผลการปฏิบัติของวงจรที่ 2 มาปรับแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ โดยวางแผน ออกแบบ และกำหนดจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ แล้วสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ขึ้น รวมถึงสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับดำเนินการวิจัยตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางแผนไว้

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติการ

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ ครอบคลุมผลการเรียนรู้ ได้แก่ อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเติมกรดหรือเบสลงในระบบบัฟเฟอร์ เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาการควบคุม pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ได้ โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยขั้นตอน 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุภาระงานและถามคำถาม 2) การออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล 3) การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) กิจกรรมการโต้แย้ง 5) การอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ 6) การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ 7) การตรวจสอบโดยเพื่อน และ 8) การปรับปรุงและส่งรายงาน โดยประเด็นในการโต้แย้ง คือ “นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่าการเติมน้ำอัลคาไลน์หรือน้ำด่างเพื่อสุขภาพจะช่วยปรับสมดุลความเป็นกรด-ด่างในร่างกายได้ เพราะเหตุใด” มีความน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร” ซึ่งใช้เวลาในการดำเนินการจัดกิจกรรมทั้งหมด 4 ชั่วโมง

ขั้นที่ 3 สังเกต

ในระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยสังเกตจากครูที่เลี้ยงและผู้วิจัย รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ซึ่งงานข้อโต้แย้งชั่วคราว ขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ในขั้นสะท้อนผล

ขั้นที่ 4 สะท้อนผล

ผู้วิจัยสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ จากแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยสังเกตจากครูพี่เลี้ยงและผู้วิจัย เพื่อดูผลของแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง นอกจากนี้ยังมีการสะท้อนผลจากรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ชิ้นงานข้อโต้แย้งชั่วคราว เพื่อประเมินผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งต่อความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นผู้วิจัยนำผลการประเมินทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อสะท้อนผลการปฏิบัติของวงจรที่ 3 และนำมาสรุปผลการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

2.2 ทำการทดสอบนักเรียนโดยการใช้แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ซึ่งใช้ทดสอบกับนักเรียนหลังจากดำเนินการตามวงจรปฏิบัติการสิ้นสุดลง โดยนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาระดับของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ และหาร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์ แบ่งเป็น 2 ส่วน

1. วิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.1 นำข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ ข้อมูลจากแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ จากการสังเกตจากครูพี่เลี้ยงและผู้วิจัย มาวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1.1.1 ทำการวิเคราะห์และตีความข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือ ได้แก่ แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ จากการสังเกตจากครูพี่เลี้ยงและผู้วิจัย

1.1.2 ทำการให้รหัสของข้อมูล เพื่อจัดระเบียบของข้อมูลให้ได้ตามประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ ได้แก่ อุปกรณ์และสื่อ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ของครู ระยะเวลาในการจัดกิจกรรม การควบคุมชั้นเรียน พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นต้น โดยข้อมูลที่ได้อาจจะแสดง

ให้เห็นถึงความเกี่ยวข้องต่อการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

1.1.3 นำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้มาจัดกลุ่มข้อมูลให้อยู่ในหมวดเดียวกัน เพื่อต่อการวิเคราะห์และอภิปรายผล

1.1.4 ทำการสรุปข้อมูลเป็นความเรียง เพื่อรายงานผลการดำเนินงานวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยสรุปเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งทีนักเรียนได้รับจากการจัดการเรียนรู้ ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบ และแนวทางในการปรับปรุงและแก้ไข

1.2 ในการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการดำเนินงานนั้น ผู้วิจัยดำเนินการเมื่อจบวงจรปฏิบัติการในแต่ละวงจรและเมื่อจบวงจรปฏิบัติการครบทุกวงจรแล้ว

1.3 นำผลการวิเคราะห์จากแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ จากการสังเกตจากครูพี่เลี้ยงและผู้วิจัย มาทำการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยเทคนิคสามเส้า (Triangulation) โดยข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จะทำการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยเทคนิคสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล (Resource triangulation) เนื่องจากมีผู้ให้ข้อมูลหลายคน ได้แก่ ครูพี่เลี้ยงซึ่งมีความเชี่ยวชาญหรือมีประสบการณ์ในการสอนวิชาเคมีอย่างน้อย 5 ปี และผู้วิจัย จากนั้นทำการสรุปข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2. การวิเคราะห์ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์

2.1 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ ข้อมูลจากรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ชิ้นงานข้อโต้แย้งชั่วคราว และแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ นำมาวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis)

2.1.1 ทำการวิเคราะห์และตีความข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือ ได้แก่ ข้อมูลจากรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ชิ้นงานข้อโต้แย้งชั่วคราว และแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์

2.1.2 ทำการให้รหัสของข้อมูล เพื่อการจัดระเบียบของข้อมูลให้ได้ตามประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ ได้แก่ ทักษะการนิยาม ทักษะการตัดสินใจข้อมูล และทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล เป็นต้น โดยแต่ละประเด็นจะสามารถแบ่งการให้คะแนนได้ 3 ระดับ คือ ตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์ได้ 2 คะแนน ตอบคำถามได้ถูกต้องบางส่วนได้ 1 คะแนน และตอบคำถามไม่ถูกต้อง ตอบไม่ตรงคำถาม หรือไม่ได้ตอบได้ 0 คะแนน โดยข้อมูลที่

จะแสดงให้เห็นถึงความเกี่ยวข้องต่อการเกิดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่มีผลมาจากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ที่ผู้วิจัยจัดขึ้น

2.1.3 นำข้อมูลที่วิเคราะห์ที่ได้มาจัดกลุ่มข้อมูลให้อยู่ในหมวดหมู่เดียวกันเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และอภิปรายผล รวมถึงหาค่าร้อยละของคะแนนที่ได้จากรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ซึ่งงานข้อโต้แย้งชั่วคราวทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดกิจกรรม ซึ่งจะถูกนำไปวิเคราะห์ถึงระดับการมีความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์ระดับคะแนนที่ประยุกต์มาจาก Bloom (1971 อ้างถึงใน ภาวฉวี คู่เพียรพงษ์, 2552, น. 34) ดังนี้

ร้อยละ 80-100 หมายถึง มีความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทาง
วิทยาศาสตร์ ระดับมาก

ร้อยละ 60-79 หมายถึง มีความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทาง
วิทยาศาสตร์ ระดับปานกลาง

ร้อยละ 0-59 หมายถึง มีความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทาง
วิทยาศาสตร์ ระดับน้อย

2.1.4 เปรียบเทียบการพัฒนาในระดับความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่วงจรปฏิบัติการที่ 1-3 และหลังการจัดการเรียนรู้ แล้วทำการสรุปข้อมูลเป็นความเรียงเพื่อรายงานผลการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้องนี้ที่มีผลมาจากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ที่ผู้วิจัยจัดขึ้น

2.2 นำผลการวิเคราะห์จากรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ซึ่งงานข้อโต้แย้งชั่วคราว และแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ มาทำการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยเทคนิคสามเส้า (Triangulation) แบบวิธีการเก็บข้อมูล (Method triangulation) มาทำการวิเคราะห์และพิจารณาถึงผลของการดำเนินงานว่าให้ข้อมูลในประเด็นที่เหมือนกันหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่

2.3 สรุปความน่าเชื่อถือของผลการวิจัยที่ได้ เพื่ออธิบายผลของการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยปฏิบัติการเชิงคุณภาพ เรื่อง การส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยคำถามวิจัย 2 คำถาม ได้แก่ 1) การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ควรมีแนวทางอย่างไร และ 2) การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กรด-เบส ได้หรือไม่ อย่างไร ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom - Action Research) 3 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งแต่ละวงจรประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) โดยเครื่องมือในการวิจัยแบ่ง ตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย 2 ส่วน คือ 1) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ใช้เนื้อหาในรายวิชาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง pH ของสารละลาย จำนวน 4 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องปฏิกิริยาของกรดและเบส จำนวน 4 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ จำนวน 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง รวมถึงแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 2) ศึกษาผลของการส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กรด-เบส ได้แก่ รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ชิ้นงานโต้แย้งชั่วคราว และแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูล รวมทั้งวิเคราะห์ผลการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิจัยแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธี การโต้แย้งในการส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำถามวิจัย การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธี การโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ควรมีแนวทางอย่างไร

ผู้วิจัยศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธี การโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ 3 แผน ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วในการ ดำเนินการจัดการเรียนรู้ และใช้แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในการสะท้อนผลการ ปฏิบัติการในแต่ละวงรอบ และสามารถสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธี การโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงานและถามคำถาม

ในขั้นนี้เป็นขั้นที่กระตุ้นความสนใจโดยยกตัวอย่างสถานการณ์จริงที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวัน และผู้วิจัยได้ทบทวนความรู้เดิมโดยการถามคำถามที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันจาก PowerPoint ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเตรียมความพร้อมในการเรียนรู้ในเนื้อหากรด-เบส ซึ่งจะช่วยสร้างความเข้าใจหรือแก้ปัญหาในเรื่อง กรด-เบสที่กำหนดได้

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า การนำเข้าสู่บทเรียนยังไม่สามารถกระตุ้นความสนใจนักเรียนจากการเปิดข่าวที่เป็นตัวหนังสือจาก PowerPoint อีกทั้งในส่วนการให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยการถามคำถามนั้น นักเรียนไม่ค่อยมีส่วนร่วมมากนัก โดยส่วนใหญ่ครูจะเป็นคนนำอภิปรายมากกว่า สอดคล้องกับการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวไว้ว่า

“ควรใช้สื่อให้มีความหลากหลายเพื่อกระตุ้นความสนใจนักเรียน เช่น ใช้คลิปวิดีโอ เพื่อให้ นักเรียนเห็นภาพมากขึ้น อีกทั้งในส่วนของการร่วมกันอภิปรายเนื้อหาเพื่อเข้าสู่บทเรียน ครูควรใช้เวลาในส่วนนี้ในการถามคำถามและอธิบายให้นักเรียนอย่างช้า ๆ”

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นในวงจรต่อไปผู้วิจัยได้ใช้สื่อที่มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น เช่น คลิปวิดีโอและรูปภาพประกอบ ซึ่งพบว่านักเรียนมีความสนใจและเข้าใจเห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น รวมถึงมีการ

ตอบสนองต่อคำถามที่ครูได้ถาม เนื่องจากนักเรียนได้มีเวลาในการคิดทบทวนความรู้เดิมไปอย่างช้า ๆ สอดคล้องกับการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวว่า

“การถามคำถามและการใช้คลิปวิดีโอที่มีทั้งภาพและเสียง ช่วยให้นักเรียนเกิด
ความสนใจและอยากเรียนรู้มากขึ้น”

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

จากนั้น ครูจะบูรณาการงานเพื่อให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบด้วยการถามคำถาม ซึ่งในการถามคำถามที่ดีจะนำไปสู่การตั้งสมมติฐานและการโต้แย้งได้ เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 คำถามคือ “เปรียบเทียบยาลดกรดประเภท Antacids ชนิดน้ำและชนิดเม็ดที่มีส่วนประกอบที่แตกต่างกันว่ายาลดกรดชนิดใดมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน เพื่อเป็นผลในการเลือกซื้อยาลดกรดได้อย่างมีประสิทธิภาพ” ซึ่งคำถามนี้ทำให้นักเรียนสนใจ แต่ยังเกิดความสงสัยถึงความไม่ชัดเจนของคำถาม ดังนั้นเมื่อนำมาปรับคำถามในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 คือ “ข้อความที่ผู้โฆษณาบอกได้ว่า “น้ำยาล้างห้องน้ำเมื่อผสมกับน้ำยาฟอกผ้าขาวจะเกิดควันอันตราย” มีความน่าเชื่อถือหรือไม่อย่างไร” และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 คือ “นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่าการต้มน้ำอัลคาไลน์หรือน้ำด่างเพื่อสุขภาพจะช่วยปรับสมดุลความเป็นกรด-ด่างในร่างกายได้ เพราะเหตุใด” ซึ่งพบว่าการถามคำถามนี้ทำให้นักเรียนได้ตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบที่ครูได้สร้างขึ้น อีกทั้งนักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานเพื่อเกิดการโต้แย้งได้ โดยกำหนดข้อคำถามในการสืบค้นไม่มากหรือน้อยเกินไป ควรปรับให้พอดีกับระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรม รวมถึงให้เวลานักเรียนในการตั้งสมมติฐานตามการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวว่า (ผู้วิจัย, ครูพี่เลี้ยง, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 2, 3, 5, 12, 20 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 1 การบูรณาการงานและถามคำถาม ควรมีลักษณะ ดังนี้

1. การกำหนดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์จริงที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวัน และเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวนักเรียน จะทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญและเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้
2. การกระตุ้นนักเรียนโดยการให้สื่อที่มีความหลากหลาย เช่น ใช้รูปภาพในประกอบการบรรยายเพื่อให้นักเรียนเห็นภาพและสามารถคิดตามอย่างเป็นระบบ ใช้คลิปวิดีโอเพื่อให้นักเรียนเห็นทั้งภาพทั้งเสียงทำให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น และทำให้นักเรียนไม่เบื่อขณะจัดการเรียนรู้
3. การร่วมกันอภิปรายเนื้อหาเพื่อเข้าสู่บทเรียน ครูจะต้องใช้เวลาในส่วนนี้ในการถามคำถามและอธิบายให้นักเรียนอย่างช้า ๆ เนื่องจากนักเรียนได้มีเวลาในการคิดทบทวนความรู้เดิมไป

อย่างช้า ๆ จะทำให้นักเรียนและครูสามารถร่วมกันอภิปรายเนื้อหาเพื่อเข้าสู่บทเรียนและนำไปสู่การตั้งคำถามเพื่อสร้างสมมติฐานเพื่อเกิดการโต้แย้งได้

ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นนี้ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อทำการออกแบบวิธีการตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูลที่วิเคราะห์จากคำถามหรือสถานการณ์ที่ครูกำหนด ซึ่งครูมีใบกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการศึกษาโดยมีวิธีการทดลองมาให้แล้วนั้น ครูจะให้นักเรียนออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกผล จากนั้นครูตรวจสอบวิธีการออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลของนักเรียนอีกครั้ง พร้อมกับให้ข้อเสนอแนะและชี้แจงแนวทางในการหาคำตอบ เช่น ผู้วิจัยแนะนำว่านักเรียนควรทำการศึกษารายประกอบของเบสในยาลดกรดแต่ละชนิดแล้วค่อยหาคำตอบของคำถามที่ว่า “เปรียบเทียบยาลดกรดประเภท Antacids ชนิดน้ำและชนิดเม็ดที่มีส่วนประกอบที่แตกต่างกันว่ายาลดกรดชนิดใดมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน เพื่อเป็นผลในการเลือกซื้อยาลดกรดได้อย่างมีประสิทธิภาพ” เป็นต้น วิธีนี้จะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางในการออกแบบวิธีเก็บรวบรวมข้อมูลในการสืบค้นที่ดี และทำให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีบทบาทในการช่วยกันแบ่งเนื้อหาในการสืบค้นได้ง่ายขึ้น ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้ทำการทดลองควรให้นักเรียนอ่านวิธีการทดลองให้ชัดเจนก่อนลงมือปฏิบัติ เพื่อที่นักเรียนจะได้ออกแบบการบันทึกผลและปฏิบัติการทดลองได้อย่างไม่ผิดพลาด รวมทั้งลดระยะเวลาในการสืบค้นและทดลอง ตามการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวว่า

“ควรให้นักเรียนได้ทำการศึกษาใบกิจกรรมนานกว่านี้”

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

“เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการทดลองแล้ว ทำให้นักเรียนสามารถออกแบบการบันทึกผลการทดลองและสามารถปฏิบัติได้เร็วขึ้น”

(ครูพี่เลี้ยง, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)



ภาพ 3 แสดงนักเรียนร่วมกันออกแบบวิธีการตรวจสอบ และการเก็บรวบรวมข้อมูล

จากนั้นให้นักเรียนดำเนินการทดลอง ซึ่งครูควรเตรียมตัวด้วยการทดลองก่อนล่วงหน้าด้วยตัวเอง เช่น ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้ทดลองวัดค่า pH เพื่อดูประสิทธิภาพของยาลดกรดแต่ละชนิดด้วยตนเอง ก่อนให้นักเรียนทำการทดลองจริง และหาข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพของส่วนประกอบที่ต่างกันของยาลดกรดทั้งชนิดเม็ดและชนิดน้ำ เป็นต้น เพื่อพร้อมในการตอบคำถามหรือข้อสงสัยเมื่อนักเรียนทำการทดลอง รวมถึงการเตรียมอุปกรณ์ให้เพียงพอต่อการทำการทดลองของนักเรียน เช่น ปีกเกอร์ เครื่องวัด pH กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ และยาลดกรดตัวอย่าง เป็นต้น

จากการดำเนินการทดลอง พบว่า นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถใช้อุปกรณ์การทดลองได้อย่างถูกต้อง และอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการไม่พร้อมต่อการทดลอง เช่น เครื่องวัด pH ไม่มีความเสถียร ทำให้ไม่สามารถวัดค่า pH ให้มีความถูกต้องได้ ดังนั้นนักเรียนจึงต้องใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ในการวัดค่า pH แทน ซึ่งการวัดโดยใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์มีความละเอียดของค่า pH ไม่เท่ากับเครื่องวัด pH ทำให้การดูสีที่เปลี่ยนไปของกระดาษนั้นดูได้ยาก ต้องใช้ระยะเวลาานพอสมควร สอดคล้องกับการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวว่า

“นักเรียนยังไม่มีความมั่นใจในการออกแบบการทดลองและปฏิบัติที่ที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง”

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

“อุปกรณ์ในการทดลองไม่พร้อม และระยะเวลาในการทำการทดลองไม่เพียงพอ”
(ครูพี่เลี้ยง, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้น จึงได้มีการปรับกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยไม่มีการทดลอง มีแค่การออกแบบสำรวจตรวจสอบโดยการสืบค้นเท่านั้น

ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูลควรมีลักษณะ ดังนี้

1. การให้นักเรียนทำงานกันเป็นกลุ่มเพื่อทำการออกแบบวิธีการตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูลที่วิเคราะห์จากคำถามหรือสถานการณ์ที่ครูกำหนด จากนั้นครูตรวจสอบวิธีการออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลของนักเรียนอีกครั้ง พร้อมกับให้ข้อเสนอแนะและชี้แจงแนวทางในการหาคำตอบวิธีนี้จะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางในการออกแบบวิธีเก็บรวบรวมข้อมูลในการสืบค้นที่ดี และทำให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีบทบาทในการช่วยกันแบ่งเนื้อหาในการสืบค้นได้ง่ายขึ้น

2. เมื่อต้องทำการทดลองควรให้เวลานักเรียนในการศึกษาใบกิจกรรมเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการทดลองก่อน จะทำให้นักเรียนสามารถออกแบบการบันทึกผลการทดลองและสามารถปฏิบัติได้เร็วขึ้น และครูควรเตรียมตัวด้วยการทดลองก่อนล่วงหน้าด้วยตัวเองเพื่อตรวจสอบผลและตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์การทดลองให้มีความพร้อมก่อนการทดลองจริง เพื่อลดปัญหาในการทำการทดลอง

3. จากการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมาทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ พบว่า การออกแบบวิธีการตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูลที่ดีคือ การสืบค้น เพราะเมื่อทำการทดลองแล้วพบว่า เกิดปัญหาหลายอย่าง ดังนั้น การสืบค้นจึงเหมาะที่จะเป็นแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

ในขั้นนี้ครูจะแจกกระดาษปฐพีให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเพื่อให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและจากการทดลองมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้ 1) ประเด็นปัญหาในคำถามชี้แนะที่ 1 2) หลักฐานข้อมูลเชิงประจักษ์พยานที่ได้จากการสืบค้นและจากการทดลอง 3) เหตุผลที่ใช้ในการอ้างอิงและสรุปสิ่งที่ได้จากการคาดคะเนในคำถามชี้แนะขั้นที่ 1 อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งข้อโต้แย้งดังกล่าวเป็นข้อโต้แย้งที่สร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับกิจกรรมการโต้แย้ง โดยกิจกรรมในขั้นนี้ส่งผลให้นักเรียนได้วิเคราะห์ แปลงข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น สังเกต ทดลอง หรือสำรวจตรวจสอบ แล้วนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ ตาราง รูปภาพ แผนภูมิ เป็นต้น และประเมินผลการตรวจสอบที่ได้ รวมถึงสามารถเลือกที่จะนำความรู้ หลักฐาน จากการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ มาตัดสินใจเลือกที่จะเชื่อหรือไม่เชื่อข้อกล่าวอ้างนั้นว่า ข้อกล่าว

อ้างใดถูกต้อง ข้อกล่าวอ้างใดไม่ถูกต้อง โดยมีการอ้างอิงหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถืออย่าง สมเหตุสมผล (ผู้วิจัย, ครูพี่เลี้ยง, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 2, 3, 6, 13, 25 กุมภาพันธ์ 2562)

ก่อนให้นักเรียนลงมือสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวนั้น ครูควรชี้แจงแนวการเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราวให้ชัดเจนก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนสามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง ตามการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1 ที่กล่าวว่า “ผู้วิจัยได้เข้าไปถามเพื่อดูว่านักเรียนวิเคราะห์คำถามได้ตรงประเด็นหรือไม่ เช่น “การวัดค่า pH ด้วยเครื่องวัด pH กับการใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ แบบไหนมีความละเอียดกว่ากัน แล้วवालดกรดที่นักเรียนใช้ในการทดลองทั้งชนิดเม็ดและชนิดน้ำมีปริมาณเท่ากันหรือไม่ สามารถนำค่า pH ที่ได้จากการวัดवालดกรดทั้งสองชนิดมาเทียบกันได้หรือไม่” ซึ่งในระหว่างที่นักเรียนเขียนผลการทดลองลงในกระดาษปรีฟ สังเกตเห็นว่านักเรียนเกิดการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการนำข้อมูลค่า pH ที่ได้จากการวัดवालดกรดทั้งสองชนิดมาเทียบกัน เพื่อนำไปสู่คำตอบที่ว่าवालดกรดชนิดเม็ดหรือชนิดน้ำแบบไหนมีประสิทธิภาพในการลดกรดมากกว่ากัน รวมถึงการเขียนเหตุผลของแต่ละกลุ่มยังมีความสับสนว่าจะเขียนอย่างไร และจะนำเสนอข้อมูลแบบไหน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเขียนเหตุผลในส่วนของการโต้แย้งชั่วคราวว่า หลักฐานที่นำมานั้นมีความเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างหรือคำถามอย่างไร ทำไมผลการทดลองที่ใช้เป็นหลักฐานจึงเป็นเช่นนั้น ควรอธิบายโดยใช้หลักการใดบ้างที่เกี่ยวข้อง ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเขียนในกระดาษปรีฟได้ แต่ยังพบว่าบางกลุ่มนำเสนอหลักฐานไม่ถูกต้อง อีกทั้งต้องปรับปรุงในส่วนของการให้เหตุผลของนักเรียน เนื่องจากไม่มีความสอดคล้องกับหลักฐาน (ผลการทดลอง) (ผู้วิจัย, ครูพี่เลี้ยง, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

รวมถึงในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถหาความเชื่อมโยงของข้อมูลที่หามาได้ จึงไม่รู้ว่าเขียนเหตุผลให้มีความสอดคล้องและนำเสนอข้อมูลอย่างไร ตามการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวว่า

“นักเรียนบางกลุ่มมีการเก็บข้อมูลและนำเสนอข้อมูลยังไม่สอดคล้อง ดังนั้นควรเน้นให้นักเรียนทุกกลุ่มศึกษาข้อมูลและอ่านให้เข้าใจ แล้วจึงนำไปวิเคราะห์ผล และควรให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้ามาสร้างความสัมพันธ์กันก่อนที่จะออกแบบการนำเสนอในการอภิปรายต่อไป รวมถึงแหล่งข้อมูลที่ได้นำมาอ้างอิงเพื่อเป็น

หลักฐานประกอบการวิเคราะห์นั้นควรเป็นหลักฐานที่ทันสมัย หลากหลายรูปแบบ และมีความน่าเชื่อถือ”

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 13 กุมภาพันธ์ 2562)

นอกจากนี้ พบว่า เวลาที่ใช้ในชั้นตอนนี้มากเกินไป ทำให้รบกวนเวลาในชั้นอื่น ๆ ดังนั้น ควรกระตุ้นนักเรียนบ่อย ๆ และต้องคอยควบคุมนักเรียนด้วย อีกทั้งกิจกรรมในชั้นนี้ควรทำควบคู่กับกิจกรรมในชั้นที่ 2 เนื่องจากภายในกลุ่มมีนักเรียน 5-6 คน ซึ่งมีจำนวนที่มากพอที่จะแบ่งหน้าที่กันในการเตรียมการเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราวและการทำการทดลอง เพื่อช่วยลดปัญหาด้านเวลาให้ลดลงได้ (ครูพี่เลี้ยง, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 25 กุมภาพันธ์ 2562)

ในชั้นนี้จะเป็นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวภายในกลุ่ม โดยจะให้สมาชิกภายในกลุ่มลงความเห็นหรือสร้างข้อโต้แย้งกันภายในกลุ่มเพื่อสร้างข้อสรุปก่อนที่จะนำข้อโต้แย้งดังกล่าวไปโต้แย้งระหว่างกลุ่มในชั้นต่อไป



ภาพ 4 แสดงการโต้แย้งชั่วคราวภายในกลุ่ม

ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้ชั้นที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ควรมีลักษณะ ดังนี้

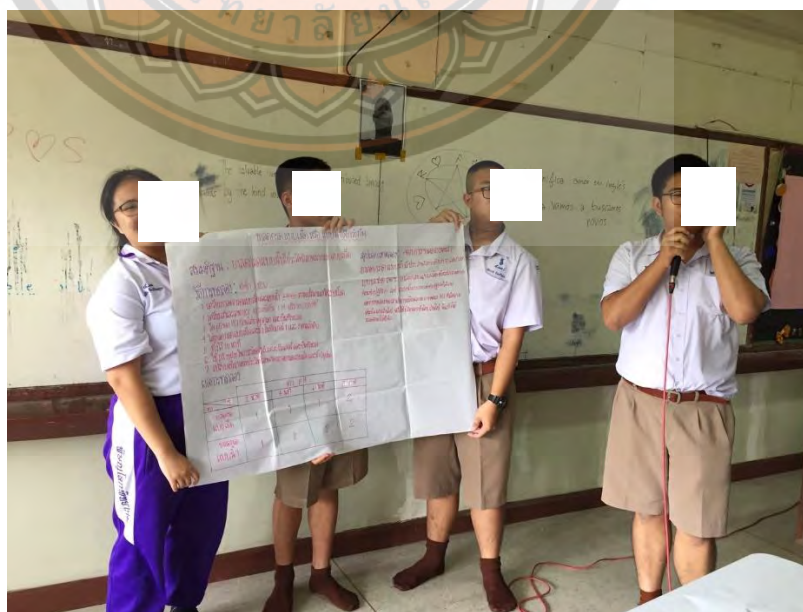
1. ก่อนให้นักเรียนลงมือสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวนั้น ครูควรชี้แจงแนวการเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราวให้ชัดเจนก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนสามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง

2. ครูควรให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเขียนเหตุผลในส่วนของการโต้แย้งชั่วคราว และควรเน้นให้นักเรียนทุกกลุ่มศึกษาข้อมูลและอ่านให้เข้าใจก่อนจึงนำไปวิเคราะห์ผล และควรให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้อธิบายค้นคว้ามาสร้างความสัมพันธ์กันก่อนที่จะออกแบบการนำเสนอในการอภิปรายต่อไป รวมถึงแหล่งข้อมูลที่ได้นำมาอ้างอิงเพื่อเป็นหลักฐานประกอบการวิเคราะห์นั้น ควรเป็นหลักฐานที่ทันสมัย หลากหลายรูปแบบ และมีความน่าเชื่อถือ

3. กิจกรรมในขั้นนี้ควรทำควบคู่กับกิจกรรมในขั้นที่ 2 เนื่องจากภายในกลุ่มมีนักเรียน 5-6 คน ซึ่งมีจำนวนที่มากพอที่จะแบ่งหน้าที่กันในการเตรียมการเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราวและการทำการทดลอง เพื่อช่วยลดปัญหาด้านเวลาให้ลดลงได้

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

ในขั้นนี้เป็นการโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อมูลการอภิปรายผลหรือข้อโต้แย้งชั่วคราว รวมถึงหลักฐานของคำตอบของกลุ่มตนเอง หน้าชั้นเรียนที่ได้เขียนไว้ในกระดาษปรีฟ ซึ่งกิจกรรมการโต้แย้งนั้นมี 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) ครูกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง 2) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอการอภิปรายข้อโต้แย้ง โดยกำหนดเวลาในการนำเสนอกลุ่มละ 5 นาที 3) นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ที่ร่วมฟังการนำเสนอมีการแสดงความคิดเห็นโดยการวิพากษ์โต้แย้งหรือยอมรับข้อมูลกลุ่มนี้นำเสนอ โดยกำหนดเวลาในการโต้แย้ง 2 นาทีต่อหนึ่งกลุ่ม



ภาพ 5 แสดงการนำเสนอการอภิปรายของตนเองโดยใช้กระดาษปรีฟ

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีการกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง เรื่อง เปรียบเทียบยาลดกรดประเภท Antacids ชนิดน้ำและชนิดเม็ดที่มีส่วนประกอบที่แตกต่างกันว่ายาลดกรดชนิดใดมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน เพื่อเป็นผลในการเลือกซื้อยาลดกรดได้อย่างมีประสิทธิภาพ พบว่าขณะที่กลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งกำลังนำเสนออยู่นั้น กลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอบางกลุ่มไม่ตั้งใจฟัง และไม่สนใจกลุ่มที่กำลังนำเสนออยู่ สอดคล้องกับการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูที่สอนเคมีที่กล่าวว่า

“นักเรียนบางกลุ่มไม่สนใจขณะที่เพื่อนกำลังนำเสนอหน้าชั้นเรียน ดังนั้นเมื่อจบการนำเสนอควรกระตุ้นนักเรียนโดยการสุ่มจับสลากกลุ่มที่ทำการรับฟังให้แสดงความความคิดเห็น วิพากษ์โต้แย้ง หรือยอมรับข้อมูลของกลุ่มที่ได้ฟัง โดยการจับสลากจะจับครั้งละ 2 กลุ่ม เพื่อลดระยะเวลาในการทำกิจกรรม พบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นและสนใจว่ากลุ่มของตนเองนั้นจะเป็นผู้เสนอข้อโต้แย้งหรือไม่ อีกทั้งยังสังเกตเห็นว่า นักเรียนทุกคนตั้งใจฟังเพื่อนในการนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียนมากขึ้นเมื่อเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 1

(ครูพี่เลี้ยง, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 13 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนหลายกลุ่มตั้งใจนำเสนอข้อมูลและสามารถแสดงความคิดเห็นโต้แย้งได้ดี”

(ผู้วิจัย, ครูพี่เลี้ยง, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 3, 13, 25 กุมภาพันธ์ 2562)

ในการแสดงความคิดเห็นจะแบ่งเป็นสองด้านอย่างชัดเจน เช่น ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เป็นการถาม “เปรียบเทียบยาลดกรดประเภท Antacids ชนิดน้ำและชนิดเม็ดที่มีส่วนประกอบที่แตกต่างกันว่ายาลดกรดชนิดใดมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน เพื่อเป็นผลในการเลือกซื้อยาลดกรดได้อย่างมีประสิทธิภาพ” ซึ่งนักเรียนจะตอบไปในทิศทางเดียวกัน คือ ยาลดกรดแบบน้ำให้ประสิทธิภาพการลดกรดได้มากกว่าแบบเม็ด ทำให้แต่ละกลุ่มไม่มีข้อโต้แย้งกัน แต่พบว่า หลักฐานและเหตุผลของแต่ละกลุ่มนั้นไม่เหมือนกัน ตามการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวว่า

“นักเรียนเกิดการโต้แย้งกันเนื่องจากเหตุผลไม่ตรงกัน”

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

โดยนักเรียนบางกลุ่มแสดงความคิดเห็นเพื่อโต้แย้งหลักฐานและเหตุผลของเพื่อนได้ เนื่องจากคนที่โต้แย้งอาจเรียนเนื้อหามาก่อนแล้ว ทำให้รู้ว่าการนำเสนอของเพื่อนนั้นถูกหรือผิดอย่างไร ดังนั้นจึงต้องปรับให้นักเรียนทุกคนเรียนรู้ในเนื้อหาพื้นฐานก่อนจะเกิดการโต้แย้ง (ผู้วิจัย, ครูพี่เลี้ยง, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงปรับให้มีการสืบค้นและศึกษาเนื้อหาพื้นฐานที่เรียนในชั้นที่ 1 ก่อนที่จะมีการโต้แย้ง รวมทั้งชี้แจงการแสดงความคิดเห็นที่เป็นการโต้แย้งก่อน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 เช่นตัวอย่างการโต้แย้ง ดังนี้

“กลุ่มนำเสนอได้เสนอว่า การต้มน้ำต่างไม่ได้ช่วยปรับสมดุลกรด-ด่างในร่างกาย เพราะ...(เหตุผล) แต่กลุ่มที่แสดงข้อคิดเห็นอาจเสนอว่า การต้มน้ำต่างไม่ได้ช่วยปรับสมดุลกรด-ด่างในร่างกาย แต่เหตุผลของกลุ่มเราเป็นแบบนี้ละ คือ ...ซึ่งน่าจะถูกกว่า เป็นต้น”

นอกจากนี้ ครูได้แนะนำนักเรียนว่า เมื่อเพื่อนนำเสนอข้อคิดเห็นใด ๆ ต่อกลุ่มที่นำเสนอ สมาชิกในกลุ่มต้องจดบันทึกทุกความคิดเห็น เพื่อนำไปสู่แยกแยะว่า ข้อโต้แย้งใดเป็นข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หรือข้อโต้แย้งที่พิจารณาจากหลักฐานอื่น ๆ โดยเมื่อนำเสนอเสร็จครูควรยกตัวอย่างว่า ข้อโต้แย้งนี้เป็นแบบไหน เพื่อให้นักเรียนสามารถแยกแยะได้ถูกต้อง เพราะในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ครูไม่ได้ยกตัวอย่างของข้อโต้แย้งและแยกแยะข้อโต้แย้งก่อน ทำให้นักเรียนบางกลุ่มเกิดความสับสนและไม่สามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์กับข้อโต้แย้งอื่น ๆ ได้ อีกทั้งยังไม่สามารถนำหลักฐานหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาสร้างข้อโต้แย้ง เพื่อทำการวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้นจึงปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 โดยพบว่า นักเรียนสามารถทำการแยกแยะข้อโต้แย้งได้ดีขึ้น แต่เวลาที่ใช้ในการแยกแยะข้อโต้แย้งนั้นเหลือน้อย เพราะใกล้จะหมดเวลาเรียนแล้ว ทำให้นักเรียนทำงานในกิจกรรมนี้ไม่เสร็จ ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ครูได้เตือนให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมมือช่วยกันคิดคำตอบของข้อคำถามและข้อโต้แย้งไว้ล่วงหน้าก่อน และให้คะแนนกับผู้ที่เสนอข้อโต้แย้งเพื่อเป็นแรงจูงใจในการสร้างข้อโต้แย้ง รวมถึงให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการสร้างข้อโต้แย้งร่วมกัน (ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 3, 13, 25 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้ชั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง ควรมีลักษณะ ดังนี้

1. นักเรียนนำเสนอในประเด็นที่ครูกำหนดไว้
2. เมื่อจบการนำเสนอควรกระตุ้นนักเรียนโดยการสุ่มจับสลากกลุ่มที่ทำการรับฟังให้แสดงความคิดเห็น วิพากษ์ โต้แย้ง หรือยอมรับข้อมูลของกลุ่มที่ได้ฟัง เพื่อให้นักเรียนตั้งใจฟังกลุ่มเพื่อนที่กำลังนำเสนออยู่ โดยการจับสลากจะจับครั้งละ 2 กลุ่ม เพื่อลดระยะเวลาในการทำกิจกรรม

3. ให้มีการสืบค้นและศึกษาเนื้อหาพื้นฐานที่เรียนในชั้นที่ 1 ก่อนที่จะมีการโต้แย้ง รวมทั้งชี้แจงการแสดงความคิดเห็นที่เป็นการโต้แย้งก่อน เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการโต้แย้งในประเด็นที่ตรงกัน
4. ครูต้องคอยกำกับเวลาในการโต้แย้ง เพื่อให้กิจกรรมการโต้แย้งดำเนินไปได้ตามที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 5 การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ

ในขั้นนี้ครูเป็นผู้นำในการอภิปรายเกี่ยวกับกรด-เบส โดยมีนักเรียนร่วมอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและทดลอง จากนั้นครูได้สุ่มนักเรียนออกมาวิเคราะห์ผลข้อมูลต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาที่ได้เรียนรู้อีกในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อันดับแรกเริ่มจากครูเลือกข้อมูลจากกลุ่มที่ได้นำเสนอมา 1 กลุ่ม แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูล และให้เหตุผลเป็นแบบอย่างแก่นักเรียนก่อน จากนั้นเลือกข้อมูลกลุ่มใหม่ แล้วให้นักเรียนที่ทำการสุ่มหรือนักเรียนทั้งห้องได้ร่วมกันวิเคราะห์หรืออภิปรายหลักฐานข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและจากการทดลอง

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเหตุผลของคำตอบจากคำถามที่ว่า “เปรียบเทียบยาลดกรดประเภท Antacids ชนิดน้ำและชนิดเม็ดที่มีส่วนประกอบที่แตกต่างกันว่ายาลดกรดชนิดใดมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน เพื่อเป็นผลในการเลือกซื้อยาลดกรดได้อย่างมีประสิทธิภาพ” พบว่า การที่ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อมูลและสรุปเกี่ยวกับประสิทธิภาพของยาลดกรดชนิดเม็ดกับชนิดน้ำโดยดูจากค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงไป ช่วยให้นักเรียนสามารถแปลความหมายของหลักฐานที่นำมาเสนอได้ เช่น ตารางค่า pH ที่มาจากการวัดด้วยเครื่องวัด pH และสีที่เปลี่ยนไปของกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ ของยาลดกรดชนิดเม็ดและชนิดน้ำ โดยทุกคนช่วยกันวิเคราะห์ข้อมูล และใช้หลักฐานที่ได้มาให้เหตุผลว่า ทำไมยาลดกรดชนิดน้ำทำให้ค่า pH ของกรด (HCl) เพิ่มขึ้นมากกว่ายาลดกรดชนิดเม็ด โดยการนำงานของนักเรียนกลุ่ม 3 เป็นตัวอย่างของการอภิปรายผล เมื่อผู้วิจัยดูค่า pH ในตารางการทดลอง พบว่า ในช่วงแรกยาลดกรดชนิดน้ำทำปฏิกิริยาได้เร็วกว่ายาลดกรดชนิดเม็ดแต่เมื่อเวลาผ่านไปค่า pH ของกรดที่ใส่ยาลดกรดชนิดเม็ดและชนิดน้ำมีค่า pH เท่ากัน ครูจึงถามนักเรียนว่า ทำไมต้องวัดค่า pH ของน้ำกลั่นด้วย นักเรียนตอบว่า เพราะต้องการควบคุมการวัดค่า pH ในแต่ละครั้งว่ามีความเที่ยงตรงมากแค่ไหน เนื่องจากค่า pH ของน้ำในบีกเกอร์เดียวกันย่อมมีค่า pH เท่ากันทุกครั้ง และเมื่อนำผลการทดลองของนักเรียนกลุ่มที่ 3 มาเป็นตัวอย่างให้นักเรียนกลุ่มอื่นและผู้วิจัยวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนสามารถวิเคราะห์ค่า pH จากตาราง และวิเคราะห์จากกราฟได้ โดยสามารถเปรียบเทียบค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงไปต่อระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาของยาลดกรดชนิดเม็ดและชนิดน้ำได้ โดนครูได้ชี้แนะให้นักเรียนไปศึกษาส่วนประกอบของยาลดกรดแต่ละชนิด รวมถึงการคำนวณหาปริมาณเบส

ที่อยู่ในศาลดกรดด้วย (ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

“การที่ครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางและเป็นผู้นำที่ส่งผลให้นักเรียนสามารถหาเหตุผลจากการอภิปรายความเห็นที่เหมือนและต่างกันได้”

(ครูพี่เลี้ยง, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 13 กุมภาพันธ์ 2562)

ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 จะทำการหาคำตอบโดยการสืบค้นข้อมูลซึ่งไม่เหมือนใน วงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่หาคำตอบโดยการทำการทดลอง เช่น ครูกำหนดคำถามว่า “นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่าการต้มน้ำอัลคาไลน์หรือน้ำต่างเพื่อสุขภาพจะช่วยปรับสมดุลความเป็นกรด-ด่างในร่างกายได้ เพราะเหตุใด” โดยนักเรียนและครูจะทำการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลมาก่อนที่จะมาอภิปรายร่วมกัน ซึ่งข้อมูลที่ทำการสืบค้นนั้นจะต้องเป็นข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ โดยอ้างอิงตามหลักทางวิทยาศาสตร์ โดยคำตอบของนักเรียนจะมีทั้งเชื่อและไม่เชื่อซึ่งต้องดูเหตุผลว่าจะสอดคล้องและสมเหตุสมผลอย่างไร ในระหว่างที่ครูกับนักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมในขั้นนี้ ครูได้นำเสนอแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหากรด-เบสที่ขาดหายไปด้วย อีกทั้งยกตัวอย่างของแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ เช่น แหล่งข้อมูลจากนักวิชาการที่ได้ทำการวิจัยมาแล้ว หรือจะเป็นแพทย์ที่มีความชำนาญเฉพาะทาง เป็นต้น จากนั้นครูให้นักเรียนประเมินผลการตรวจสอบที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมา แล้วร่วมกันสะท้อนเพื่อนำไปปรับปรุงการออกแบบในครั้งต่อไป ซึ่งนักเรียนได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี และก่อนจบกิจกรรมในขั้นนี้ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนมา เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหาต่อไป (ผู้วิจัย, ครูพี่เลี้ยง, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 3, 13, 25 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 5 การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ ควรมีลักษณะ ดังนี้

1. ในขั้นนี้ครูจะเป็นผู้นำการอภิปรายโดยมีนักเรียนร่วมอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและทดลอง เมื่อนักเรียนยังอภิปรายข้อมูลไม่ตรงประเด็นหรืออภิปรายข้อมูลไม่ถูกต้อง ครูจะเป็นผู้ชี้แนะแนวทางและอภิปรายข้อมูลให้มีความถูกต้อง เพื่อให้ทุกคนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน และก่อนจบกิจกรรมในขั้นนี้ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนมา เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหาต่อไป

2. นักเรียนและครูจะทำการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลมาก่อนที่จะมาอภิปรายร่วมกัน ซึ่งข้อมูลที่ทำการสืบค้นนั้นจะต้องเป็นข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ โดยอ้างอิงตามหลักทางวิทยาศาสตร์ เพื่อจะได้อภิปรายในประเด็นเนื้อหาที่ถูกต้อง

3. ครูให้นักเรียนประเมินผลการตรวจสอบที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาแล้วร่วมกัน สะท้อนเพื่อนำไปปรับปรุงการออกแบบในครั้งต่อไป

ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ

ในขั้นนี้ครูแจกแบบฟอร์มรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล เพื่อให้ นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานว่าได้อะไรจากการเรียนรู้ในส่วนของ การสำรวจตรวจสอบที่ได้รับมอบหมาย โดยรายงานผลการสำรวจตรวจสอบประกอบด้วย วัตถุประสงค์ ประเด็นปัญหา คำตอบที่คาดคะเน วิธีการสำรวจตรวจสอบ บันทึกผลการสำรวจตรวจสอบ (หลักฐาน/เหตุผล) ข้อโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวิธีการสำรวจตรวจสอบหรืออื่น ๆ เอกสารอ้างอิง ซึ่งได้มีการปรับมาจากวงจร ปฏิบัติการที่ 1 โดยในวงจรนี้ จะมีส่วนบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบ สรุปผลการสำรวจตรวจสอบ และอภิปรายผลการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งค่อนข้างมีความซ้ำซ้อน โดยนักเรียนส่วนใหญ่จะเขียน คำตอบใน 3 ส่วนนี้ในลักษณะที่คล้ายกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับเพื่อให้ นักเรียนเกิดความ เข้าใจในการเขียนที่ง่ายขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 (ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการ จัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

เมื่อครูแจกแบบฟอร์มรายงานผลการสำรวจตรวจสอบแล้ว ครูได้ชี้แจงแนะแนวทางใน การเขียน จากนั้นให้นักเรียนลงมือเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ พบว่า นักเรียนบางคน เขียนไม่เสร็จภายในเวลาที่กำหนด โดยสังเกตเห็นว่านักเรียนบางคนนั่งเฉย ๆ ไม่ลงมือเขียน เมื่อครู เดินเข้าไปถามจึงรู้ว่า นักเรียนบางคนยังคงสับสนในเรื่องของการอภิปรายผล ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้อง คอยตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนก่อน ตามการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูที่สอนเคมี ที่กล่าวว่า

“นักเรียนบางคนมีความสับสนกับการเขียนอภิปรายผลการสำรวจตรวจสอบ ผู้วิจัยควรเข้าไปให้คำแนะนำหรือชี้แนวทางในการเขียน รวมถึงอธิบายให้นักเรียนเกิด ความเข้าใจที่ถูกต้องและชัดเจน โดยในวงจรแรกนี้ควรให้นักเรียนเขียนรายงานผลการ สำรวจตรวจสอบร่วมกันทั้งห้องก่อน เพื่อให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ตรงกันและชัดเจน ข้อสงสัยต่าง ๆ”

(ครูพี่เลี้ยง, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

เมื่อนักเรียนได้ลงมือเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ทำให้นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่ได้จากสื่อบันทึกหรือจากการทดลองให้อยู่ในรูปของตาราง กราฟ เป็นต้น เช่น ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนได้นำค่า pH ของยาลดกรดชนิดน้ำและชนิดเม็ดมาใส่ในตารางเทียบกันโดยมีเวลาเป็นตัวกำหนด ทำให้สามารถเข้าใจและเห็นภาพได้ง่ายขึ้น และนักเรียนสามารถสืบค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการอธิบายได้ ตามการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวว่า

“กิจกรรมในชั้นตอนนี้ทำให้นักเรียนได้ฝึกเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบถือว่าเป็นสิ่งที่ดี เพราะนักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะในด้านการเขียนนี้ โดยเฉพาะในส่วนของ การสรุปและอภิปรายผล”

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

“การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคล สามารถประเมินนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ดี”

(ผู้วิจัย, ครูพี่เลี้ยง, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 3, 18, 26 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ ควรมีลักษณะ ดังนี้ ครูควรให้คำแนะนำหรือชี้แนวทางในการเขียน รวมถึงอธิบายให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องและชัดเจน โดยการทำกิจกรรมขั้นนี้เป็นครั้งแรกควรให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบร่วมกันทั้งห้องก่อน เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ตรงกันและชัดเจนข้อสงสัยต่าง ๆ

ขั้นที่ 7 การตรวจสอบโดยเพื่อน

ในขั้นนี้ครูได้รวบรวมรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียนแต่ละคนที่ได้จากขั้นที่ 6 แล้วแจกกลับให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบบสุ่มแต่ไม่ใช่กลุ่มเดียวกัน พร้อมกับแจกแบบประเมินและเกณฑ์การตรวจสอบรายงาน โดยครูได้แนะนำให้เรียนเสนอแนะข้อมูลย้อนกลับ เพื่อให้เพื่อนได้ปรับปรุงแก้ไขงานของตนเอง

จากการทำกิจกรรมขั้นนี้เป็นครั้งแรกในวงจรปฏิบัติที่ 1 ครูควรให้นักเรียนทำการประเมินร่วมกันทั้งห้องก่อน พร้อมกับชี้แจงถึงเกณฑ์การประเมินการตรวจสอบรายงานให้นักเรียนเข้าใจและลดข้อสงสัยในการตรวจสอบ สอดคล้องกับการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวว่า

“ก่อนการประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ครูได้ชี้แจงถึงเกณฑ์การประเมินก่อนการประเมิน ทำให้นักเรียนสามารถตรวจสอบรายงานได้อย่างถูกต้อง”

(ผู้วิจัย, ครูพี่เลี้ยง, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 3, 18, 26 กุมภาพันธ์ 2562)

“ครูควรมีแนวคำตอบที่ถูกต้องของรายงานการสำรวจตรวจสอบในเรื่องนั้น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้เป็นเกณฑ์การตรวจรายงานของนักเรียน”

(ครูพี่เลี้ยง, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้น ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ผู้วิจัยได้มีแนวคำตอบที่ชัดเจนเพื่อเป็นแนวทางในการประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ และพบว่า การที่นักเรียนได้ประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อน ทำให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น และได้ตรวจสอบการวิเคราะห์และอภิปรายข้อมูลรวมถึงสร้างข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อน (ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 3, 18, 26 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 7 การตรวจสอบโดยเพื่อน ควรมีลักษณะ ดังนี้

1. จากการทำกิจกรรมขั้นนี้เป็นครั้งแรก ครูควรให้นักเรียนทำการประเมินร่วมกันทั้งห้องก่อน พร้อมกับชี้แจงถึงเกณฑ์การประเมินการตรวจสอบรายงานให้นักเรียนเข้าใจ และลดข้อสงสัยในการตรวจสอบ

2. ครูควรมีแนวคำตอบที่ถูกต้องของรายงานการสำรวจตรวจสอบในเรื่องนั้น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้เป็นเกณฑ์การตรวจรายงานของนักเรียน

ขั้นที่ 8 การปรับปรุงและส่งรายงาน

ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้รับรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของตนเองคืนแล้ว ให้เจ้าของรายงานผลการสำรวจตรวจสอบพิจารณาผลการประเมินจากเพื่อน แล้วทำการแก้ไขหรือปรับปรุงตามคำแนะนำของเพื่อน จากนั้น ครูจะเป็นผู้ประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นลำดับสุดท้าย ตามการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวว่า

“กิจกรรมในขั้นนี้ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของเพื่อนมากขึ้น”

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

“กิจกรรมในขั้นนี้ทำให้นักเรียนเห็นถึงข้อบกพร่องจากสิ่งที่เพื่อนสะท้อนมาเพื่อใช้ในการปรับปรุงแก้ไขงานของตนเอง”

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

จากที่กล่าวมานั้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนให้ความสำคัญต่อคำแนะนำของเพื่อนในการปรับปรุงการเขียนรายงานให้ถูกต้องตามหลักการเขียนรายงานเพื่อให้รายงานสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ผู้วิจัยและร่วมผู้สังเกตได้เห็นตรงกันว่าการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ด้วยเหตุผล ดังนี้

“นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการสืบค้น อภิปราย ได้แย้ง และลงข้อสรุปจากคำถามหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้”

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนสามารถนำข้อมูลมาจัดกระทำและนำเสนอข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ มีการนำข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการโต้แย้งกันได้อย่างถูกต้อง”

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 26 กุมภาพันธ์ 2562)

ผู้วิจัยได้สรุปผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และแนวทางในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 8 การปรับปรุงและส่งรายงาน ควรมีลักษณะ ดังนี้

ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้รับรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของตนเองคืนแล้ว ให้เจ้าของรายงานผลการสำรวจตรวจสอบพิจารณาผลการประเมินจากเพื่อน แล้วทำการแก้ไขหรือปรับปรุงตามคำแนะนำของเพื่อน จากนั้น ครูจะเป็นผู้ประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นลำดับสุดท้าย

ตาราง 5 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ชั้นที่ 1 การระบุภาระงานและถามคำถาม

| การจัดการเรียนรู้ | วงจรปฏิบัติการที่ 1 | วงจรปฏิบัติการที่ 2 | วงจรปฏิบัติการที่ 3 |
|---|---|---|--|
| สิ่งที่นักเรียนได้รับจากการจัดการเรียนรู้ | <ul style="list-style-type: none"> - ยกตัวอย่างสถานการณ์จริงที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวัน - มีการทบทวนความรู้เดิมให้นักเรียนเพื่อเตรียมความพร้อมในการเรียนรู้ในเรื่องกรด-เบส | <ul style="list-style-type: none"> - มีการใช้คลิปวิดีโอที่มีทั้งภาพและเสียงมากระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและอยากเรียนรู้มากขึ้น - มีการใช้คำถามที่ชัดเจนเข้าใจได้ง่าย | <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนเกิดความสนใจ และมีส่วนร่วมในการอภิปรายเนื้อหาเพื่อเข้าสู่บทเรียน |
| ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบ | <ul style="list-style-type: none"> - การนำเข้าสู่บทเรียนยังไม่สามารถกระตุ้นความสนใจนักเรียน - นักเรียนไม่ค่อยมีส่วนร่วมในกิจกรรมการอภิปรายร่วมกันมากนัก โดยส่วนใหญ่ครูเป็นคนนำอภิปรายมากกว่า - นักเรียนบางคนยังเกิดความสงสัยถึงความไม่ชัดเจนของคำถาม | <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนบางคนยังคงไม่มีส่วนร่วมในส่วนของการอภิปรายเนื้อหา เนื่องจากนักเรียนจำเนื้อหาที่เรียนก่อนหน้าที่จะนำมาเชื่อมโยงกับเนื้อหานี้ไม่ | - |

ตาราง 5 (ต่อ)

| การจัดการเรียนรู้ | วงจรปฏิบัติการที่ 1 | วงจรปฏิบัติการที่ 2 | วงจรปฏิบัติการที่ 3 |
|-----------------------------------|---|--|---------------------|
| แนวทาง การปรับปรุง และแก้ไข | - ใช้คำถามในการ กระตุ้นนักเรียนและใช้ สื่อให้มีความ หลากหลายยิ่งขึ้น - ในส่วนของการ อภิปรายเนื้อหา ร่วมกันนั้นควรจะใช้ เวลาเยอะขึ้น โดยครู ควรจะถามคำถาม และอธิบายนักเรียน อย่างช้า ๆ | - ครูให้นักเรียนไป ทบทวนเนื้อหาที่จะ เรียนในชั่วโมงต่อไป | - |

ตาราง 6 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อน
ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ชั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบ และ
การเก็บรวบรวมข้อมูล

| การจัดการเรียนรู้ | วงจรปฏิบัติการที่ 1 | วงจรปฏิบัติการที่ 2 | วงจรปฏิบัติการที่ 3 |
|---|--|---|--|
| สิ่งที่นักเรียนได้รับ จากการจัด การเรียนรู้ | - นักเรียนได้ทำงาน ร่วมกันเป็นกลุ่ม | - นักเรียนมีแนวทางใน การออกแบบวิธีเก็บ รวบรวมข้อมูลในการ สืบค้นที่ดี และสมาชิก ทุกคนในกลุ่มมี บทบาทในการช่วยกัน แบ่งเนื้อหาเพื่อสืบค้น ได้ | - นักเรียนสามารถ ออกแบบได้ภายใน เวลาที่กำหนด จาก การที่สมาชิกภายใน กลุ่มช่วยกันออกแบบ และสืบค้นข้อมูล |

ตาราง 6 (ต่อ)

| การจัดการเรียนรู้ | วงจรปฏิบัติการที่ 1 | วงจรปฏิบัติการที่ 2 | วงจรปฏิบัติการที่ 3 |
|-----------------------------|--|---------------------|---------------------|
| ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบ | - อุปสรรคในการทดลองไม่พร้อม และระยะเวลาในการทำ การทดลองไม่เพียงพอ | - | - |
| แนวทาง การปรับปรุง และแก้ไข | - ให้นักเรียนอ่านวิธีการทดลองให้ชัดเจนก่อนลงมือปฏิบัติ นักเรียนจะได้ ออกแบบการบันทึกผล และปฏิบัติการทดลองได้อย่างไม่ผิดพลาดรวมทั้งลดระยะเวลาในการสืบค้นและทดลอง - ปรับกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยไม่มีการทดลอง มีแค่การออกแบบสำรวจตรวจสอบโดยการสืบค้นเท่านั้น | - | - |

ตาราง 7 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อน
ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ชั้นที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อ
โต้แย้งชั่วคราว

| การจัดการเรียนรู้ | วงจรปฏิบัติการที่ 1 | วงจรปฏิบัติการที่ 2 | วงจรปฏิบัติการที่ 3 |
|---|--|---|--|
| สิ่งที่นักเรียนได้รับ จากการจัด การเรียนรู้ | - นักเรียนได้ แลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น กันภายในกลุ่ม | - นักเรียนแบ่งหน้าที่ กันในการเตรียมการ เขียนข้อโต้แย้ง ชั่วคราวและการสืบค้น ข้อมูล เพื่อช่วยลด ปัญหาด้านเวลาให้ ลดลงได้ | - นักเรียนแบ่งหน้าที่ กันทำงานได้ดี และ สามารถสร้างข้อ โต้แย้งชั่วคราวภายใน กลุ่มได้ |
| ปัญหาหรือ อุปสรรคที่พบ | - นักเรียนบางกลุ่ม นำเสนอหลักฐานไม่ ถูกต้อง และการให้ เหตุผลของนักเรียนยัง ไม่ตรงประเด็น - เวลาที่ใช้ในชั้นตอนนี้ มากเกินไป ทำให้ รบกวนเวลาในชั้น อื่น ๆ | - นักเรียนบางกลุ่มยัง ไม่สามารถหาความ เชื่อมโยงของข้อมูลที่ หามาได้ จึงไม่รู้ว่าจะ เขียนเหตุผลให้มีความ สอดคล้องและ นำเสนอข้อมูลอย่างไร | - |

ตาราง 7 (ต่อ)

| การจัดการเรียนรู้ | วงจรปฏิบัติการที่ 1 | วงจรปฏิบัติการที่ 2 | วงจรปฏิบัติการที่ 3 |
|-----------------------------------|---|---|---------------------|
| แนวทาง การปรับปรุง และแก้ไข | <p>- ครูควรชี้แจงแนวการเขียนข้อโต้แย้ง ชัดคร่าวให้ชัดเจน ก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ให้นักเรียน สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง</p> <p>- ควรกระตุ้นนักเรียน บ่อย ๆ และต้องคอย ควบคุมนักเรียนด้วย อีกทั้งกิจกรรมในขั้นนี้ ควรทำควบคู่กับ กิจกรรมในขั้นที่ 2 เนื่องจากภายในกลุ่ม มีนักเรียน 5-6 คน ซึ่ง มีจำนวนที่มากพอที่จะ แบ่งหน้าที่กัน</p> | <p>- ควรเน้นให้นักเรียน ทุกกลุ่มศึกษาข้อมูล และอ่านให้เข้าใจ แล้ว จึงนำไปวิเคราะห์ผล และควรให้นักเรียนแต่ ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้ ศึกษาค้นคว้ามาสร้าง ความสัมพันธ์กัน ก่อนที่จะออกแบบการ นำเสนอในการ อภิปรายต่อไป รวมถึง แหล่งข้อมูลที่ได้นำมา อ้างอิงเพื่อเป็น หลักฐานประกอบการ วิเคราะห์นั้นควรเป็น หลักฐานที่ทันสมัย หลากหลายรูปแบบ และมีความน่าเชื่อถือ</p> | - |

ตาราง 8 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อน
ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ชั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

| การจัดการเรียนรู้ | วงจรปฏิบัติการที่ 1 | วงจรปฏิบัติการที่ 2 | วงจรปฏิบัติการที่ 3 |
|--|--|---|--|
| <p>สิ่งที่นักเรียนได้รับ</p> <p>จากการจัด</p> <p>การเรียนรู้</p> | <p>- นักเรียนเกิดการ</p> <p>โต้แย้งกันระหว่างกลุ่ม</p> <p>เนื่องจาก เหตุผลไม่</p> <p>ตรงกัน</p> | <p>- นักเรียนมีความ</p> <p>กระตือรือร้นและสนใจ</p> <p>ว่ากลุ่มของตนเองนั้น</p> <p>จะเป็นผู้เสนอข้อ</p> <p>โต้แย้งหรือไม่</p> <p>- นักเรียนทุกคนตั้งใจ</p> <p>ฟังเพื่อนในการ</p> <p>นำเสนอข้อมูลหน้าชั้น</p> <p>เรียนมากขึ้น</p> <p>- นักเรียนสามารถทำ</p> <p>การแยกแยะข้อโต้แย้ง</p> <p>ได้ดีขึ้น</p> | <p>- นักเรียนสามารถ</p> <p>โต้แย้งกันระหว่างกลุ่ม</p> <p>โดยใช้ความรู้ และ</p> <p>หลักฐานที่ได้สืบค้นหา</p> <p>- กิจกรรมขั้นนี้สำเร็จ</p> <p>ภายในระยะเวลาที่</p> <p>กำหนด</p> |
| <p>ปัญหาหรือ</p> <p>อุปสรรคที่พบ</p> | <p>- ขณะที่กลุ่มนำเสนอ</p> <p>ข้อโต้แย้งกำลัง</p> <p>นำเสนออยู่นั้น กลุ่มที่</p> <p>ไม่ได้นำเสนอบางกลุ่ม</p> <p>ไม่ตั้งใจฟัง และไม่</p> <p>สนใจกลุ่มที่กำลัง</p> <p>นำเสนออยู่</p> | <p>- เวลาที่ใช้ในการ</p> <p>แยกแยะข้อโต้แย้งนั้น</p> <p>เหลือน้อย เพราะใกล้</p> <p>จะหมดเวลาเรียนแล้ว</p> <p>ทำให้นักเรียนทำงาน</p> <p>ในกิจกรรมนี้ไม่เสร็จ</p> | - |

ตาราง 8 (ต่อ)

| การจัดการเรียนรู้ | วงจรปฏิบัติการที่ 1 | วงจรปฏิบัติการที่ 2 | วงจรปฏิบัติการที่ 3 |
|---------------------------------------|---|--|---------------------|
| แนวทาง การ ปรับปรุง และแก้ไข | - เมื่อจบการ นำเสนอควร กระตุ้น นักเรียนโดย การสุ่มจับ สลากกลุ่มที่ ทำการรับฟัง ให้แสดงความ คิดเห็น วิพากษ์ โต้แย้ง หรือ ยอมรับข้อมูล ของกลุ่มที่ได้ ฟัง โดยการจับ สลากจะจับ ครั้งละ 2 กลุ่ม เพื่อลด ระยะเวลาใน การทำ กิจกรรม | - ครูได้เตือนให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมมือ ช่วยกันคิดคำตอบของข้อคำถามและข้อโต้แย้ง ไว้ล่วงหน้าก่อน และให้คะแนนกับผู้ที่เสนอข้อ โต้แย้งเพื่อเป็นแรงจูงใจในการสร้างข้อโต้แย้ง รวมถึงให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการสร้างข้อโต้แย้ง ร่วมกัน | - |

ตาราง 9 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ชั้นที่ 5 การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ

| การจัดการเรียนรู้ | วงจรปฏิบัติการที่ 1 | วงจรปฏิบัติการที่ 2 | วงจรปฏิบัติการที่ 3 |
|---|--|---|---|
| สิ่งที่นักเรียนได้รับจากการจัดการเรียนรู้ | - นักเรียนสามารถแปลความหมายของหลักฐานที่นำมาเสนอได้ | - นักเรียนสามารถหาเหตุผลจากการอภิปรายความเห็นที่เหมือนและต่างกันได้ | - นักเรียนประเมินผล การตรวจสอบที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ มา แล้วร่วมกันสะท้อนเพื่อนำไปปรับปรุงการออกแบบในครั้งต่อไป |
| ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบ | - นักเรียนบางคนยังคงสับสนในเรื่องที่อภิปรายร่วมกัน | - | - |
| แนวทางปรับปรุงและแก้ไข | - ครูใช้เวลาในการอภิปรายมากขึ้นพร้อมกับถามเพื่อเช็คความเข้าใจของนักเรียน | - | - |

ตาราง 10 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อน
ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ชั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการ
ตรวจสอบ

| การจัดการเรียนรู้ | วงจรปฏิบัติการที่ 1 | วงจรปฏิบัติการที่ 2 | วงจรปฏิบัติการที่ 3 |
|--|--|---|--|
| <p>สิ่งที่นักเรียน ได้รับจากการจัด การเรียนรู้</p> | <p>- นักเรียนได้ลงมือเขียนรายงาน ผลการสำรวจตรวจสอบ ทำให้ นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่ ได้จากสืบค้นหรือจากการ ทดลองให้อยู่ในรูปของตาราง กราฟ เป็นต้น</p> | <p>- นักเรียนได้ลงมือ เขียนรายงานผล การสำรวจ ตรวจสอบด้วย ตนเอง ซึ่งช่วยให้ นักเรียนพัฒนา ทักษะในการเขียน โดยเฉพาะในส่วน ของการสรุปและ อภิปรายผล</p> | <p>- การเขียนรายงาน ผลการสำรวจ ตรวจสอบ รายบุคคล สามารถ ประเมินนักเรียน เป็นรายบุคคลได้ดี</p> |
| <p>ปัญหาหรือ อุปสรรคที่พบ</p> | <p>- นักเรียนบางคนมีความสับสน กับการเขียนอภิปรายผลการ สำรวจตรวจสอบ - นักเรียนบางคนเขียนไม่เสร็จ ภายในเวลาที่กำหนด โดย สังเกตเห็นว่านักเรียนบางคนนั่ง เฉย ๆ ไม่ลงมือเขียน</p> | - | - |

ตาราง 10 (ต่อ)

| การจัดการเรียนรู้ | วงจรปฏิบัติการที่ 1 | วงจรปฏิบัติการที่ 2 | วงจรปฏิบัติการที่ 3 |
|-----------------------------------|--|---------------------|---------------------|
| แนวทาง การปรับปรุง และแก้ไข | - ครูควรเข้าไปให้คำแนะนำหรือ ชี้แนวทางในการเขียน รวมถึง อธิบายให้นักเรียนเกิดความ เข้าใจที่ถูกต้องและชัดเจน โดย ในวงจรแรกนี้ควรให้นักเรียน เขียนรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบร่วมกันทั้งห้องก่อน เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ ตรงกันและขจัดข้อสงสัยต่าง ๆ - ครูควรชี้แจงแนะแนวทางใน การเขียน จากนั้นให้นักเรียนลง มือเขียนรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบ | - | - |

ตาราง 11 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อน
ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ชั้นที่ 7 การตรวจสอบโดยเพื่อน

| การ จัดการ เรียนรู้ | วงจร ปฏิบัติการ ที่ 1 | วงจร ปฏิบัติการ ที่ 2 | วงจรปฏิบัติการที่ 3 |
|---|--|--|--|
| สิ่งที่ นักเรียน ได้รับจาก การจัด การเรียนรู้ | - นักเรียนได้ ฝึกการ ประเมินผล ของรายงาน ผลการ สำรวจ ตรวจสอบ | - นักเรียนได้ ฝึกการ ประเมินผล ของรายงาน ผลการ สำรวจ ตรวจสอบ | - นักเรียนได้ประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ของเพื่อน ทำให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์มากขึ้น และได้ตรวจสอบการวิเคราะห์ และอภิปรายข้อมูลรวมถึงสร้างข้อสรุปอย่าง สมเหตุสมผลจากรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ของเพื่อน |

ตาราง 11 (ต่อ)

| การจัดการเรียนรู้ | วงจรรูปปฏิบัติการที่ 1 | วงจรรูปปฏิบัติการที่ 2 | วงจรรูปปฏิบัติการที่ 3 |
|---|--|------------------------|------------------------|
| ปัญหา หรือ อุปสรรคที่ พบ | - นักเรียนมี ความสับสน ในการ ประเมินการ ตรวจสอบว่า ควรทำ อย่างไร | - | - |
| แนวทาง การปรับปรุง และแก้ไข | - ครูควรให้นักเรียน ทำการประเมิน ร่วมกันทั้งห้องก่อน พร้อมกับชี้แจงถึง เกณฑ์การประเมิน การตรวจสอบ รายงานให้นักเรียน เข้าใจ และลดข้อ สงสัยในการ ตรวจสอบ - ครูควรมีแนว คำตอบที่ถูกต้องของ รายงานการสำรวจ ตรวจสอบในเรื่อง นั้น ๆ เพื่อเป็น แนวทางในการใช้ เป็นเกณฑ์การตรวจ รายงานของนักเรียน | - | - |

ตาราง 12 แสดงสรุปการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อน
ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ชั้นที่ 8 การปรับปรุงและส่งรายงาน

| การจัดการเรียนรู้ | วงจรปฏิบัติการที่ 1 | วงจรปฏิบัติการที่ 2 | วงจรปฏิบัติการที่ 3 |
|---|---|--|---|
| สิ่งที่นักเรียนได้รับ จากการจัด การเรียนรู้ | - นักเรียนเห็น ความสำคัญของเพื่อน ในการให้คำแนะนำ เพื่อปรับปรุงแก้ไข รายงาน | - นักเรียนเห็นถึง ข้อบกพร่องจากสิ่งที่ เพื่อนสะท้อนมาเพื่อใช้ ในการปรับปรุงแก้ไข งานของตนเอง | - นักเรียนได้ปรับปรุง การเขียนรายงานให้ ถูกต้องหลักการเขียน รายงานเพื่อให้ รายงานสมบูรณ์มาก ยิ่งขึ้น |
| ปัญหาหรือ อุปสรรคที่พบ | - | - | - |
| แนวทาง การปรับปรุง และแก้ไข | - | - | - |

ตอนที่ 2 ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ
โต้แย้งต่อความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำถามวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทาง
วิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) รายงานผลการ
สำรวจตรวจสอบของนักเรียนเป็นรายบุคคล 2) ชิ้นงานโต้แย้งชั่วคราวเป็นรายกลุ่ม โดยเก็บรวบรวม
ข้อมูลความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นขณะจัดการเรียนรู้
และ 3) แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยเก็บ
รวบรวมข้อมูลความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการ
เรียนรู้ โดยผู้วิจัยขอแสดงผลการวิจัยโดยภาพรวมดังตาราง ดังนี้

ตาราง 13 แสดงผลการเปรียบเทียบโดยภาพรวมของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส

| รายการ | จำนวนร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับ ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ | | | | | | | | |
|--------------|---|---------|-------|------------------|---------|-------|--|---------|-------|
| | ทักษะการนิยาม | | | ทักษะการตัดสินใจ | | | ทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล | | |
| | น้อย | ปานกลาง | มาก | น้อย | ปานกลาง | มาก | น้อย | ปานกลาง | มาก |
| วงจรที่ 1 | 16.13 | 58.06 | 25.81 | 54.84 | 22.58 | 22.58 | 48.39 | 32.26 | 19.35 |
| วงจรที่ 2 | 19.36 | 29.03 | 51.61 | 12.90 | 54.84 | 32.26 | 9.68 | 51.61 | 38.71 |
| วงจรที่ 3 | 9.68 | 12.90 | 77.42 | 3.22 | 41.94 | 54.84 | 6.45 | 41.94 | 51.61 |
| สอบหลังเรียน | 6.45 | 16.13 | 77.42 | 9.68 | 22.58 | 67.74 | 12.90 | 25.81 | 61.29 |

จากตาราง 13 พบว่า ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ทุกด้านทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการนิยาม 2) ทักษะการตัดสินใจ ข้อมูล และ 3) ทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยนักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับมากของด้านทักษะดังกล่าว เป็นร้อยละ 25.81, 22.58 และ 19.35 ตามลำดับ เมื่อเข้าสู่วงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาทั้ง 3 ด้านทักษะขึ้นอย่างเป็นลำดับ โดยทั้ง 3 ด้านทักษะของในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่อยู่ในระดับมาก ร้อยละ 51.61, 32.26 และ 38.71 ตามลำดับ และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่อยู่ในระดับมากของทั้ง 3 ด้านทักษะ เป็นร้อยละ 77.42, 54.84 และ 51.61 ตามลำดับ

หลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจนทั้ง 3 ด้านทักษะ โดย

1. ทักษะการนิยาม นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 77.42 สามารถพิจารณาและระบุปัญหาในการคิดและสามารถนำเสนอประเด็นปัญหาได้อย่างชัดเจน และสามารถพิจารณาและตัดสินใจให้เหตุผลที่จะนำมาสนับสนุนในประเด็นที่ได้นิยามไว้ได้ โดยเขียนแสดงให้เห็นเหตุผลนั้นว่าเป็นจริง

หรือไม่เป็นจริง อีกทั้งสามารถตั้งคำถามให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดมาได้ ในขณะที่จะมีนักเรียนร้อยละ 16.13 ไม่สามารถสร้างคำถามโต้แย้งให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดมาได้ และมีนักเรียนส่วนน้อยร้อยละ 6.45 ที่ไม่สามารถให้เหตุผลในการสนับสนุนประเด็นที่ได้นิยามไว้ และไม่สามารถสร้างคำถามโต้แย้งให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดมาได้

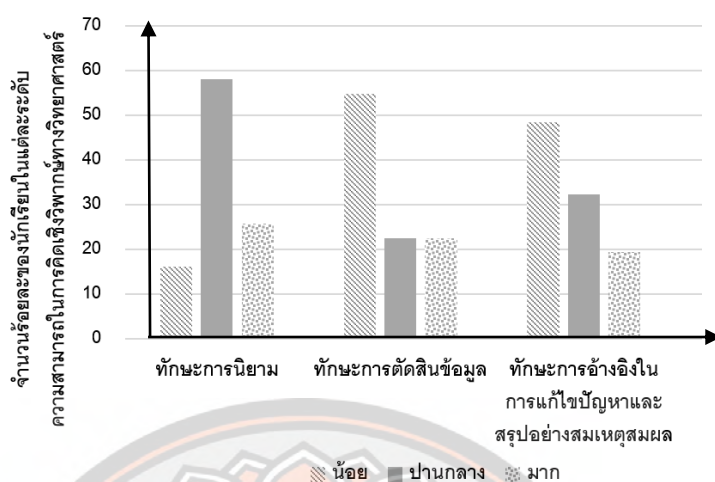
2. ทักษะการตัดสินใจข้อมูล นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 67.74 สามารถพิจารณาและตัดสินใจข้อมูลเท็จ ข้อมูลจริงของหลักฐานพร้อมกับอธิบายและยกตัวอย่างข้อมูลหลักฐานที่มาจากแหล่งข้อมูลที่ต้องชัดเจนเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับได้ อีกทั้งสามารถพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลหลักฐานกับปัญหานั้นว่าน่าเชื่อถือหรือไม่ พร้อมบอกเหตุผลสนับสนุนอย่างชัดเจน ในขณะที่จะมีนักเรียนร้อยละ 22.58 ไม่สามารถยกตัวอย่างข้อมูลหลักฐานที่เป็นข้อมูลเท็จและข้อมูลจริงได้ และมีนักเรียนส่วนน้อยร้อยละ 9.68 ที่ไม่สามารถยกตัวอย่างข้อมูลหลักฐานที่เป็นข้อมูลเท็จและข้อมูลจริง และไม่สามารถพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลได้ และ

3. ทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 61.29 สามารถพิจารณาและตัดสินใจความว่าสรุปตามข้อมูลที่ได้สนับสนุนมา ว่าข้อสรุปใดเป็นจริง ข้อสรุปใดเป็นเท็จ และยกตัวอย่างข้อมูลที่สรุปมาพร้อมเหตุผลในการสนับสนุนคำตอบที่สมเหตุสมผล โดยใช้ข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือได้ ในขณะที่จะมีนักเรียนร้อยละ 25.81 ไม่สามารถสรุปตามข้อมูลที่สนับสนุนได้อย่างสมเหตุสมผล และมีนักเรียนส่วนน้อยร้อยละ 12.90 ที่ไม่สามารถพิจารณาและตัดสินใจความว่าสรุปตามข้อมูลที่ได้สนับสนุนมา ว่าข้อสรุปใดเป็นจริง ข้อสรุปใดเป็นเท็จ และไม่สามารถสรุปตามข้อมูลที่สนับสนุนได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผลความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของแต่ละวงจรปฏิบัติการ

สำหรับการนำเสนอผลการวิจัยในหัวข้อความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งมีจุดประสงค์เพื่อนำเสนอผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอเรียงตามวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจร ซึ่งได้ทำการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อ pH ของสารละลาย ปฏิกริยาของกรดและเบส และสารละลายบัฟเฟอร์ โดยแต่ละวงจรปฏิบัติการแบ่งตามด้านทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการนิยาม 2) ทักษะการตัดสินใจข้อมูล และ 3) ทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง pH ของสารละลาย



ภาพ 6 แสดงผลวิจัยตามทักษะด้านต่าง ๆ ของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

1.1 ทักษะการนิยาม

สำหรับทักษะการนิยามของวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง pH ของสารละลาย ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยการนำประเด็นโต้แย้งเกี่ยวกับยาลดกรดชนิดน้ำและชนิดเม็ด ซึ่งกำหนดให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม “เปรียบเทียบยาลดกรดประเภท Antacids ชนิดน้ำและชนิดเม็ดที่มีส่วนประกอบที่แตกต่างกันว่ายาลดกรดชนิดใดมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน เพื่อเป็นผลในการเลือกซื้อยาลดกรดได้อย่างมีประสิทธิภาพ” ซึ่งก่อนที่จะให้นักเรียนทำการสืบเสาะและทำการทดลองที่ครูได้เตรียมให้ นั้น ครูถามคำถามนำทำให้นักเรียนได้ตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบที่ครูได้สร้างขึ้น และเพื่อให้นักเรียนนิยามประเด็นปัญหาเพื่อหาเหตุผลมาสนับสนุนประเด็นปัญหาที่ได้ตั้งไว้ พบว่า จากชิ้นงานโต้แย้งชั่วคราวแบบรายกลุ่ม และรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคล นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 58.06 ไม่สามารถนำเสนอประเด็นปัญหาได้อย่างชัดเจน ซึ่งนิยามประเด็นปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง ดังภาพ 7 แสดงตัวอย่างการนิยามประเด็นปัญหากลุ่ม 1 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 และภาพ 8 แสดงตัวอย่างการนิยามประเด็นปัญหากลุ่ม 5 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 และตัวอย่าง ต่อไปนี้

“ประสิทธิภาพของยาลดกรดชนิดน้ำและชนิดเม็ด”

(ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 1, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)

“ยาลดกรดประเภทน้ำหรือเม็ด อันไหนมีประสิทธิภาพดีกว่ากัน”

(ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 21, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)

“ยาลดกรดชนิดเม็ดหรือชนิดน้ำชนิดไหนมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 26, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)

“ยาลดกรดชนิดเม็ดและชนิดน้ำแบบไหนมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 35, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)

ในขณะที่มีนักเรียนร้อยละ 25.81 สามารถพิจารณาและระบุปัญหาในการคิด และสามารถนำเสนอประเด็นปัญหาให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดมาได้ ซึ่งนิยามประเด็นปัญหาอยู่ในระดับมาก ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

“ยาชนิดเม็ดหรือชนิดน้ำมีประสิทธิภาพในการลดกรดมากกว่ากัน” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 11, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)

“ยาชนิดเม็ดหรือชนิดน้ำมีประในการลดกรดได้ดีกว่ากัน” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 20, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)

“ยาลดกรดชนิดเม็ดหรือชนิดน้ำลดกรดในกระเพาะอาหารดีกว่ากัน” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 30, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)

และมีนักเรียนส่วนน้อยร้อยละ 16.13 ที่ไม่สามารถระบุปัญหาในการคิดและสามารถนำเสนอประเด็นปัญหา ซึ่งนิยามประเด็นปัญหาอยู่ในระดับน้อย ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

“ยาลดกรดชนิดเม็ดและชนิดน้ำ” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 17, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)

“ลักษณะที่ต่างกันของยาลดกรดชนิดเม็ดกับชนิดน้ำ” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 22, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)



ภาพ 7 แสดงตัวอย่างการนิยามประเด็นปัญหากลุ่ม 1 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1



ภาพ 8 แสดงตัวอย่างการนิยามประเด็นปัญหากลุ่ม 5 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

1.2 ทักษะการตัดสินใจข้อมูล

สำหรับทักษะการตัดสินใจข้อมูลของวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง pH ของสารละลาย ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยการนำประเด็นโต้แย้งเกี่ยวกับยาลดกรดชนิดน้ำและชนิดเม็ด โดยให้นักเรียนทำการสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับยาลดกรดแต่ละชนิด และให้นักเรียนลงมือทำการทดลองด้วยการวัดค่า pH ของผลที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ยาลดกรดที่ต่างกันทั้งชนิดเม็ดและชนิดน้ำ โดยนักเรียนจะทำการตัดสินใจเพื่อที่จะเลือกใช้ข้อมูลนั้นมาเพื่อตอบคำถามว่า นักเรียนสามารถพิจารณาและตัดสินใจข้อมูลเท็จ ข้อมูลจริงของหลักฐานพร้อมกับอธิบายและยกตัวอย่างข้อมูลหลักฐานที่มาจากแหล่งข้อมูลที่ถูกต้องชัดเจนเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับได้หรือไม่ พบว่า จากชิ้นงานโต้แย้งชั่วคราวแบบรายกลุ่ม และรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคล นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 54.84 ไม่สามารถยกตัวอย่างข้อมูลหลักฐานที่เป็นข้อมูลเท็จ และข้อมูลจริง และไม่สามารถพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลได้ ซึ่งเป็นการตัดสินใจที่อยู่ในระดับน้อย ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

“แหล่งอ้างอิง youtube” (แหล่งอ้างอิงของนักเรียนเลขที่ 17, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)

“แหล่งอ้างอิง sanook” (แหล่งอ้างอิงของนักเรียนเลขที่ 23, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)

“แหล่งอ้างอิง google” (แหล่งอ้างอิงของนักเรียนเลขที่ 30, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)

จะเห็นว่าการระบุแหล่งอ้างอิงแบบนี้ไม่มีหัวข้อในการสืบค้น ทำให้ไม่ทราบว่ามี ความสอดคล้องต่อประเด็นปัญหาที่กำหนดหรือไม่ และเป็นแหล่งที่มาที่ไม่มีที่น่าเชื่อถือ เนื่องจากไม่มีการรองรับว่าข้อมูลเหล่านั้นเป็นจริงหรือไม่

ในขณะที่มีนักเรียนร้อยละ 22.58 สามารถพิจารณาและตัดสินใจข้อมูลเท็จ ข้อมูลจริงของหลักฐานพร้อมกับอธิบายและยกตัวอย่างข้อมูลหลักฐานที่มาจากแหล่งข้อมูลที่ถูกต้อง

ชัดเจนเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับได้ อีกทั้งสามารถพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลหลักฐานกับปัญหานั้นว่าน่าเชื่อถือหรือไม่ พร้อมบอกเหตุผลสนับสนุนอย่างชัดเจน ซึ่งเป็นการตัดสินใจที่อยู่ในระดับมาก ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

“แหล่งอ้างอิง youtube (Chemistry IPST)” (แหล่งอ้างอิงของนักเรียนเลขที่ 3, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)

“แหล่งอ้างอิง (<http://il.mahidol.ac.th/e-media/acid-base/c9.HTM>)” (แหล่งอ้างอิงของนักเรียนเลขที่ 14, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)

“แหล่งอ้างอิง (trs.-sci.blogspot.com/2011/02/1.html?.m=1)” (แหล่งอ้างอิงของนักเรียนเลขที่ 16, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)

“แหล่งอ้างอิง (<http://www.honestdocs.co.th>)” (แหล่งอ้างอิงของนักเรียนเลขที่ 21, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)

จะเห็นว่าการระบุแหล่งอ้างอิงแบบนี้เป็นแหล่งที่มาที่มีความน่าเชื่อถือ เนื่องจากจะผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ โดยส่วนใหญ่จะเป็นแหล่งข้อมูลจากนักวิชาการหรือแพทย์โดยตรง อีกทั้งมีความสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่กำหนด

และพบว่านักเรียนร้อยละ 22.58 ไม่สามารถยกตัวอย่างข้อมูลหลักฐานที่มาจากแหล่งข้อมูลที่ต้องชัดเจนเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับได้อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นการตัดสินใจที่อยู่ในระดับปานกลาง ดังภาพ 9 แสดงหลักฐานจากการทดลองกลุ่ม 2 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 และดังภาพ 10 แสดงหลักฐานจากการทดลองกลุ่ม 5 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 และตัวอย่าง ต่อไปนี้

“แหล่งอ้างอิง จากผลการทดลองข้างต้น” (แหล่งอ้างอิงของนักเรียนเลขที่ 21, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)

“แหล่งอ้างอิง (<https://th.m.wikipedia.org/wiki/ยาลดกรด>)” (แหล่งอ้างอิงของนักเรียนเลขที่ 28, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)

จะเห็นว่าการระบุแหล่งอ้างอิงแบบนี้เป็นแหล่งที่มาที่มีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับหนึ่ง เช่น แหล่งอ้างอิง Wikipedia เป็นแหล่งอ้างอิงที่นักวิชาการเข้าไปลงข้อมูลแต่ก็ยังสามารถแก้ไขได้ตลอดเวลาเช่นกันทำให้ข้อมูลนั้นอาจได้รับการแก้ไขจากใครก็ได้ซึ่งทำให้ไม่มีความน่าเชื่อถือเท่าที่ควร ส่วนการอ้างอิงจากการทดลองข้างต้นของนักเรียน พบว่า ระหว่างการทำการทดลอง เครื่องมือที่นักเรียนได้ใช้ในการวัดค่า pH ยังไม่มีความเสถียรหรือค่าที่ได้มีความคลาดเคลื่อน ทำให้ข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือในระดับหนึ่งเช่นกัน



ภาพ 9 แสดงหลักฐานจากการทดลองกลุ่ม 2 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

| ชนิดของยาลดกรด | ค่า pH ของสาร | | | | เฉลี่ย |
|----------------|-----------------------|------------|------------|------------|--------|
| | HCl only ก่อนทดลอง | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | |
| ชนิดน้ำ | 2 | 6 | 7 | 7 | 6.6 |
| ชนิดเม็ด | 2 | 4 | 5 | 4 | 4.3 |

ภาพ 10 แสดงหลักฐานจากการทดลองกลุ่ม 5 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

1.3 ทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล

สำหรับทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผลของวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง pH ของสารละลาย ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยการนำประเด็นโต้แย้งเกี่ยวกับยาลดกรดชนิดน้ำและชนิดเม็ด โดยให้นักเรียนทำการสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับยาลดกรดแต่ละชนิด และให้นักเรียนลงมือทำการทดลองด้วยการวัดค่า pH ของผลที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ยาลดกรดที่ต่างกันทั้งชนิดเม็ดและชนิดน้ำ โดยนักเรียนจะทำการตัดสินใจเพื่อที่จะเลือกใช้ข้อมูลนั้นมาเพื่อตอบคำถามว่า นักเรียนสามารถพิจารณาและตัดสินใจข้อความว่าสรุปตามข้อมูลที่ได้สนับสนุนมา ว่าข้อสรุปใดเป็นจริง ข้อสรุปใดเป็นเท็จ และยกตัวอย่างข้อมูลที่สรุปมาพร้อมเหตุผลในการสนับสนุนคำตอบที่สมเหตุสมผล โดยใช้ข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือได้ พบว่า จากชิ้นงานโต้แย้งชั่วคราวแบบรายกลุ่ม และรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคล นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 48.39 ไม่สามารถพิจารณาและตัดสินใจข้อความว่าสรุปตามข้อมูลที่ได้สนับสนุนมา ว่าข้อสรุปใดเป็นจริง ข้อสรุปใดเป็นเท็จ และไม่สามารถสรุปตามข้อมูลที่สนับสนุนได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งเป็นการอ้างอิงและสรุปอย่างสมเหตุสมผลที่อยู่ในระดับน้อย ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

“จากผลการทดลองจะพบว่า ยาลดกรดชนิดน้ำทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก ได้เร็วกว่ายาลดกรดแบบเม็ด เพราะว่า มีพื้นที่ผิวสัมผัสเยอะกว่า และแตกตัวเป็นไอออนได้เร็วกว่า” (การอ้างอิงและสรุปของนักเรียนเลขที่ 18, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)

“จากผลการทดลองทำให้พบว่า ยาลดกรดชนิดน้ำมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าชนิดเม็ด เพราะชนิดเม็ดต้องใช้พลังงานให้เกิดการสลายพันธะพลังงานแลตทิซจึงใช้เวลานานมาก แต่ยาลดกรดชนิดน้ำแตกตัวได้เลย ทำให้เกิดปฏิกิริยาที่เร็วกว่า ยาชนิดเม็ดยังพบตะกอนที่มากกว่าชนิดน้ำ ทำให้ยาลดกรดชนิดน้ำมีประสิทธิภาพที่มากกว่ายาลดกรดชนิดเม็ด” (การอ้างอิงและสรุปของนักเรียนเลขที่ 21, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)

ในขณะที่มีนักเรียนร้อยละ 32.26 ไม่สามารถสรุปตามข้อมูลที่สนับสนุนได้อย่างสมเหตุสมผลได้อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นการอ้างอิงและสรุปอย่างสมเหตุสมผลที่อยู่ในระดับปานกลาง ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

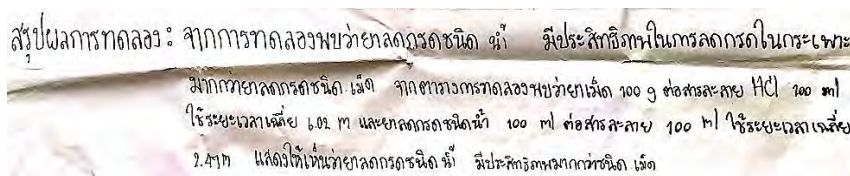
“ยาลดกรดแบบน้ำทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้นเร็วกว่ายาลดกรดแบบเม็ดจนคงที่ และยังพบตะกอนในหลอดทดลองชนิดเม็ดมากกว่าชนิดน้ำ ทำให้ยาลดกรดแบบน้ำมีประสิทธิภาพมากกว่า” (การอ้างอิงและสรุปของนักเรียนเลขที่ 32, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)

“จากผลการทดลองพบว่า ยาลดกรดชนิดน้ำทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกได้เร็วกว่ายาลดกรดชนิดเม็ด เพราะยาลดกรดชนิดน้ำมีสถานะเป็นของเหลวสามารถแตกตัวและทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกได้ทันที ในขณะที่ยาลดกรดชนิดเม็ดนั้นเป็นของแข็งจึงต้องใช้เวลาในการทำปฏิกิริยา” (การอ้างอิงและสรุปของนักเรียนเลขที่ 33, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)

และมีนักเรียนส่วนน้อยร้อยละ 19.35 สามารถพิจารณาและตัดสินใจได้ว่าสรุปตามข้อมูลที่สนับสนุนมา ว่าข้อสรุปใดเป็นจริง ข้อสรุปใดเป็นเท็จ และยกตัวอย่างข้อมูลที่สรุปมาพร้อมเหตุผลในการสนับสนุนคำตอบที่สมเหตุสมผล โดยใช้ข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือได้ ซึ่งเป็นการอ้างอิงและสรุปอย่างสมเหตุสมผลที่อยู่ในระดับมาก ดังภาพ 11 แสดงการอ้างอิงและสรุปจากการทดลองกลุ่ม 2 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 และตัวอย่าง ต่อไปนี้

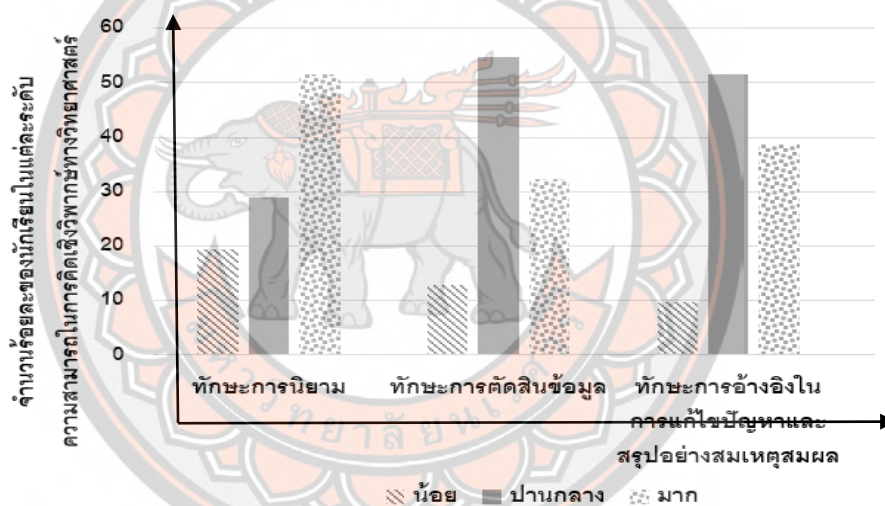
“จากการทดลองพบว่า ยาลดกรดแบบน้ำสามารถลดกรดได้ในเวลาที่ 4 แต่ยาลดกรดแบบเม็ดสามารถลดกรดในเวลาที่ 8 แสดงว่ายาลดกรดแบบน้ำมีประสิทธิภาพมากกว่ายาลดกรดแบบเม็ดที่มีการแตกตัวก่อนเข้าทำปฏิกิริยา แต่ยาลดกรดแบบน้ำสามารถเข้าทำปฏิกิริยาได้

เลย” (การอ้างอิงและสรุปของนักเรียนเลขที่ 12, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 1)



ภาพ 11 แสดงการอ้างอิงและสรุปจากการทดลองกลุ่ม 2 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ปฏิกริยาของกรดและเบส



ภาพ 12 แสดงผลวิจัยตามทักษะด้านต่างๆ ของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

1.4 ทักษะการนิยาม

สำหรับทักษะการนิยามของวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ปฏิกริยาของกรดและเบส ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยการนำประเด็นโต้แย้งเกี่ยวกับปฏิกริยาระหว่างน้ำยาล้างห้องน้ำกับน้ำยาฟอกผ้าขาว ซึ่งกำหนดให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบเสาะหาข้อมูล โดยครูถามคำถามนำทำให้นักเรียนได้ตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบที่ครูได้สร้างขึ้น และเพื่อให้นักเรียนนิยามประเด็นปัญหาเพื่อหาเหตุผลมาสนับสนุนประเด็นปัญหาที่ได้ตั้งไว้ คำถาม คือ “ข้อความที่ผู้โฆษณาบอกได้โพสว่า “น้ำยาล้างห้องน้ำน้ำเมื่อผสมกับน้ำยาฟอกผ้าขาวจะเกิดควันอันตราย” มีความน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร” พบว่า จากชิ้นงานโต้แย้งชั่วคราวแบบ

รายกลุ่ม และรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคล นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 51.61 สามารถพิจารณาและระบุปัญหาในการคิดและสามารถนำเสนอประเด็นปัญหาให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดมาได้ ซึ่งนิยามประเด็นปัญหาอยู่ในระดับมาก ดังภาพ 13 แสดงตัวอย่างการนิยามประเด็นปัญหาในกลุ่ม 3 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 และภาพ 14 แสดงตัวอย่างการนิยามประเด็นปัญหาในกลุ่ม 1 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 และตัวอย่าง ต่อไปนี้

“เมื่อเทน้ำยาล้างห้องน้ำกับน้ำยาฟอกผ้าขาวจะทำให้เกิดก๊าซพิษที่เป็นอันตรายจริงหรือไม่” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 2, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)

“เมื่อเทน้ำยาล้างห้องน้ำกับน้ำยาฟอกผ้าขาวจะทำให้เกิดก๊าซที่เป็นอันตรายจริงหรือไม่” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 8, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)

“น้ำยาล้างห้องน้ำทำปฏิกิริยากับน้ำยาฟอกผ้าขาวจะทำให้เกิดแก๊สพิษที่เป็นอันตรายจริงหรือไม่” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 25, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)

“เกิดแก๊สพิษเมื่อผสมน้ำยาฟอกผ้าขาวและน้ำยาล้างห้องน้ำจริงหรือไม่” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 31, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)

ในขณะที่มีนักเรียนร้อยละ 29.03 ไม่สามารถนำเสนอประเด็นปัญหาได้อย่างชัดเจน ซึ่งนิยามประเด็นปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

“จะเกิดอะไรขึ้นเมื่อน้ำยาล้างห้องน้ำผสมกับน้ำยาฟอกผ้าขาว” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 3, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)

“เมื่อน้ำยาล้างห้องน้ำทำปฏิกิริยากับน้ำยาซักผ้าขาวจะเป็นอย่างไร” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 18, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)

และมีนักเรียนส่วนน้อยร้อยละ 19.36 ที่ไม่สามารถระบุปัญหาในการคิดและสามารถนำเสนอประเด็นปัญหา ซึ่งนิยามประเด็นปัญหาอยู่ในระดับน้อย ดังภาพ 9 แสดงตัวอย่างการนิยามประเด็นปัญหาในกลุ่ม 1 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 และดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

“ควันที่เกิดขึ้นมีอันตรายหรือไม่” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 11, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)

“ทำไมถึงเกิดควันพิษที่เป็นอันตราย” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 21, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)



ภาพ 13 แสดงตัวอย่างการนิยามประเด็นปัญหากลุ่ม 3 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2



ภาพ 14 แสดงตัวอย่างการนิยามประเด็นปัญหากลุ่ม 1 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

1.5 ทักษะการตัดสินใจข้อมูล

สำหรับทักษะการตัดสินใจข้อมูลของวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ปฏิบัติการของกรดและเบส ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยการนำประเด็นโต้แย้งเกี่ยวกับปฏิกิริยาระหว่างน้ำยาล้างห้องน้ำกับน้ำยาฟอกผ้าขาว โดยให้นักเรียนทำการสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาระหว่างน้ำยาล้างห้องน้ำกับน้ำยาฟอกผ้าขาวจะทำให้เกิดแก๊สพิษที่เป็นอันตรายจริงหรือไม่ โดยนักเรียนจะทำการตัดสินใจเพื่อที่จะเลือกใช้ข้อมูลนั้นมาเพื่อตอบคำถามว่า นักเรียนสามารถพิจารณาและตัดสินใจข้อมูลเท็จ ข้อมูลจริงของหลักฐานพร้อมกับอธิบายและยกตัวอย่างข้อมูลหลักฐานที่มาจากแหล่งข้อมูลที่ต้องชัดเจนเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับได้หรือไม่ พบว่า จากชิ้นงานโต้แย้งชั่วคราวแบบรายกลุ่ม และรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคล นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 54.84 ไม่สามารถยกตัวอย่างข้อมูลหลักฐานที่มาจากแหล่งข้อมูลที่ต้องชัดเจนเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับได้อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นการตัดสินใจที่อยู่ในระดับปานกลาง ดังภาพ 15 แสดงหลักฐานจากการสืบค้นกลุ่ม 2 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 และภาพ 16 แสดงหลักฐานจากการสืบค้นกลุ่ม 4 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 และตัวอย่าง ต่อไปนี้

“แหล่งอ้างอิง (www.wikipedia.org)” (แหล่งอ้างอิงของนักเรียนเลขที่ 1, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)

“แหล่งอ้างอิง (www.thairath.com)” (แหล่งอ้างอิงของนักเรียนเลขที่ 3, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)

จะเห็นว่าการระบุแหล่งอ้างอิงแบบนี้เป็นแหล่งที่มาที่มีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับหนึ่ง เช่น แหล่งอ้างอิง Wikipedia เป็นแหล่งอ้างอิงที่นักวิชาการเข้าไปลงข้อมูลแต่ก็สามารถแก้ไขได้ตลอดเวลาเช่นกันทำให้ข้อมูลนั้นอาจได้รับการแก้ไขจากใครก็ได้ซึ่งทำให้ไม่มีความน่าเชื่อถือเท่าที่ควร

ในขณะที่มีนักเรียนร้อยละ 32.26 สามารถพิจารณาและตัดสินข้อมูลเท็จ ข้อมูลจริงของหลักฐานพร้อมกับอธิบายและยกตัวอย่างข้อมูลหลักฐานที่มาจากแหล่งข้อมูลที่ถูกต้องชัดเจนเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับได้ อีกทั้งสามารถพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลหลักฐานกับปัญหานั้นว่าน่าเชื่อถือหรือไม่ พร้อมบอกเหตุผลสนับสนุนอย่างชัดเจน ซึ่งเป็นการตัดสินใจที่อยู่ในระดับมาก ดังภาพ 14 แสดงหลักฐานจากการสืบค้นกลุ่ม 4 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 และตัวอย่าง ต่อไปนี้

“แหล่งอ้างอิงจาก นพ.วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์” (แหล่งอ้างอิงของนักเรียนเลขที่ 15, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)

“แหล่งอ้างอิง (hunker.com “Hazards of mixing Bleach with Hydrochloric acid”)” (แหล่งอ้างอิงของนักเรียนเลขที่ 18, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)

“แหล่งอ้างอิง youtube (การทดลองปฏิกิริยาระหว่างน้ำยาล้างห้องน้ำกับน้ำยาฟอกผ้าขาวของ รศ.ดร.เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์)” (แหล่งอ้างอิงของนักเรียนเลขที่ 25, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)

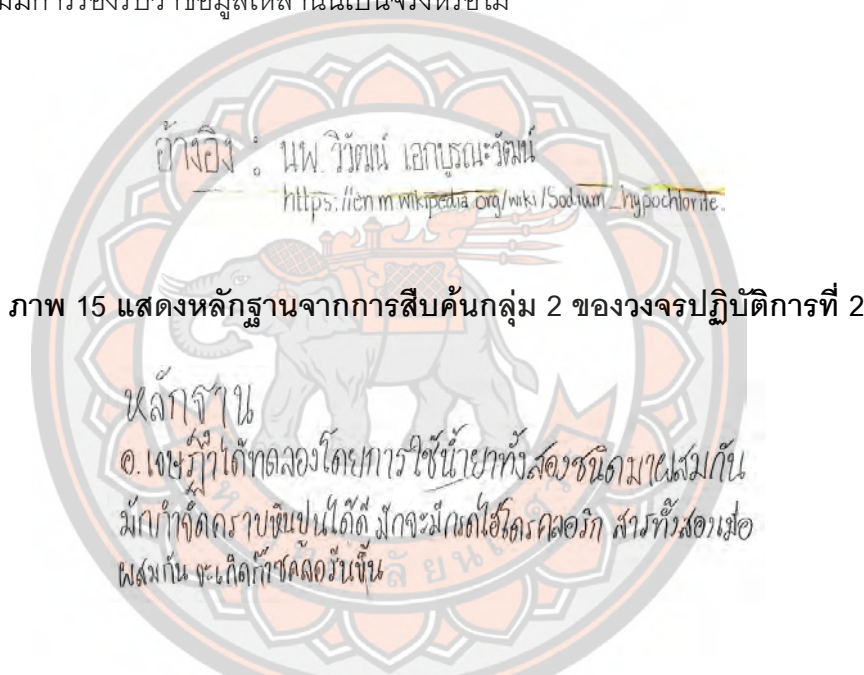
“แหล่งอ้างอิง (www.chemtrack.org/New-Detail.asp?TID=1410=93)” (แหล่งอ้างอิงของนักเรียนเลขที่ 33, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)

จะเห็นว่าการระบุแหล่งอ้างอิงแบบนี้เป็นแหล่งที่มาที่มีความน่าเชื่อถือ เนื่องจากจะผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ โดยส่วนใหญ่จะเป็นแหล่งข้อมูลจากนักวิชาการหรือแพทย์โดยตรง อีกทั้งมีความสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่กำหนด

และมีนักเรียนส่วนน้อยร้อยละ 12.90 ไม่สามารถยกตัวอย่างข้อมูลพื้นฐานที่เป็นข้อมูลเท็จและข้อมูลจริง และไม่สามารถพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลได้ ซึ่งเป็นการตัดสินใจที่อยู่ในระดับน้อย ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

“แหล่งอ้างอิง pantip” (แหล่งอ้างอิงของนักเรียนเลขที่ 17, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)

จะเห็นว่าการระบุแหล่งอ้างอิงแบบนี้ไม่มีหัวข้อในการสืบค้น ทำให้ไม่ทราบว่ามี ความสอดคล้องต่อประเด็นปัญหาที่กำหนดหรือไม่ และเป็นแหล่งที่มาที่ไม่มีความน่าเชื่อถือ เนื่องจากไม่มีการรองรับว่าข้อมูลเหล่านั้นเป็นจริงหรือไม่



ภาพ 15 แสดงหลักฐานจากการสืบค้นกลุ่ม 2 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

หลักฐาน
 ๑. เชยกว่าได้ทดลองโดยการใช้น้ำยาทั้งสองชนิดมาผสมกัน
 มักกำจัดราบนผนังได้ดี มักจะมีกลิ่นไฮโดรคลอริก สว่างทั้งสองเมื่อ
 ผสมกัน จะเกิดก๊าซคลอรีนขึ้น

ภาพ 16 แสดงหลักฐานจากการสืบค้นกลุ่ม 4 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

1.6 ทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล

สำหรับทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผลของวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ปฏิกริยาของกรดและเบส ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยการนำประเด็นโต้แย้งเกี่ยวกับปฏิกริยาระหว่างน้ำยาล้างห้องน้ำกับน้ำยาฟอกผ้าขาว ให้นักเรียนทำการสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับปฏิกริยาระหว่างน้ำยาล้างห้องน้ำกับน้ำยาฟอกผ้าขาวจะทำให้เกิดแก๊สพิษที่เป็นอันตรายจริงหรือไม่ โดยนักเรียนจะทำการตัดสินใจเพื่อที่จะเลือกใช้ข้อมูลนั้นมาเพื่อตอบคำถามว่า นักเรียนสามารถพิจารณาและตัดสินใจได้ว่าสรุปตามข้อมูลที่ได้นับสนุนมา ว่าข้อสรุปใดเป็นจริง ข้อสรุปใดเป็นเท็จ และยกตัวอย่างข้อมูลที่สรุปมาพร้อมเหตุผลในการสนับสนุนคำตอบที่สมเหตุสมผล โดยใช้ข้อมูล

หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือได้ พบว่า จากชิ้นงานโต้แย้งชั่วคราวแบบรายกลุ่ม และรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคล นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 51.61 ไม่สามารถสรุปตามข้อมูลที่สนับสนุนได้อย่างสมเหตุสมผลได้อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นการอ้างอิงและสรุปอย่างสมเหตุสมผลที่อยู่ในระดับปานกลาง ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

“จากการค้นคว้าพบว่า แก๊สพิษที่เกิดขึ้น คือ แก๊สคลอรีน (Cl_2) เป็นแก๊สพิษมีสีเขียวเหลืองสามารถก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิว ซึ่งแก๊สคลอรีนนี้เกิดจากการแตกตัวของสารละลาย hypochlorite ที่อยู่ในสารฟอกขาว ตามสมการเคมีดังนี้ $2HCl + NaClO \rightarrow Cl_2 + H_2O + NaCl$ ” (การอ้างอิงและสรุปของนักเรียนเลขที่ 16, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)

“จากการค้นในอินเทอร์เน็ตพบว่า ก๊าซพิษที่เกิดขึ้นก็คือ Cl_2 เป็นก๊าซพิษสีเขียวเหลือง ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อต่าง ๆ ได้ ซึ่ง Cl_2 เกิดจากการแตกตัวของสารละลาย hypochlorite อยู่ในสารฟอกขาว ตามสมการเคมีดังนี้ $2HCl + NaClO \rightarrow Cl_2 + H_2O + NaCl$ ” (การอ้างอิงและสรุปของนักเรียนเลขที่ 32, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)

ในขณะที่มีนักเรียนร้อยละ 38.71 สามารถพิจารณาและตัดสินใจข้อความว่าสรุปตามข้อมูลที่สนับสนุนมา ว่าข้อสรุปใดเป็นจริง ข้อสรุปใดเป็นเท็จ และยกตัวอย่างข้อมูลที่สรุปมาพร้อมเหตุผลในการสนับสนุนคำตอบที่สมเหตุสมผล โดยใช้ข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือได้ ซึ่งเป็นการอ้างอิงและสรุปอย่างสมเหตุสมผลที่อยู่ในระดับมาก ดังภาพ 17 แสดงการอ้างอิงและสรุปจากการสืบค้นกลุ่ม 5 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 และภาพ 18 แสดงการอ้างอิงและสรุปจากการสืบค้นกลุ่ม 1 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 และตัวอย่าง ต่อไปนี้

“จากการค้นคว้าในอินเทอร์เน็ต พบว่า ก๊าซพิษที่เกิดขึ้น คือ ก๊าซคลอรีน (Cl_2) เป็นก๊าซพิษมีสีเขียวเหลืองสารก่อให้เกิดความระคายเคืองต่อเยื่อต่าง ๆ เช่น เยื่อจมูก เยื่อหู ทางเดินหายใจ ซึ่งการคลอรีนนี้เกิดจากการแตกตัวของ HCl จากน้ำยาล้างห้องน้ำ และสารละลาย hypochlorite ที่มีอยู่ในสารฟอกขาว ตามสมการเคมีดังนี้ $2HCl + NaClO \rightarrow Cl_2 + H_2O + NaCl$ ” (การอ้างอิงและสรุปของนักเรียนเลขที่ 9, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)

“จากการสืบค้นพบว่า เกิดแก๊สพิษนั่นก็คือ แก๊สคลอรีน (Cl_2) ที่เกิดจากการแตกตัวของ HCl จากน้ำยาล้างห้องน้ำ และสารละลาย hypochlorite ที่มีอยู่ในสารฟอกขาว ตามสมการเคมีดังนี้ $2HCl + NaClO \rightarrow Cl_2 + H_2O + NaCl$ ” (การอ้างอิงและสรุปของนักเรียนเลขที่ 11, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)

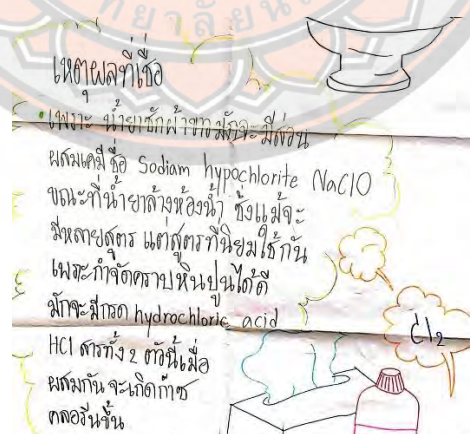
และมีนักเรียนส่วนน้อยร้อยละ 9.68 ไม่สามารถพิจารณาและตัดสินใจได้ว่าสรุปตามข้อมูลที่ได้สนับสนุนมา ว่าข้อสรุปใดเป็นจริง ข้อสรุปใดเป็นเท็จ และไม่สามารถสรุปตามข้อมูลที่สนับสนุนได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งเป็นการอ้างอิงและสรุปอย่างสมเหตุสมผลที่อยู่ในระดับน้อย ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

“จากการสืบค้นพบว่า เกิดแก๊สพิษที่เกิดจากการแตกตัวของสารละลาย hypochlorite ที่มีอยู่ในสารฟอกขาว” (การอ้างอิงและสรุปของนักเรียนเลขที่ 3, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)

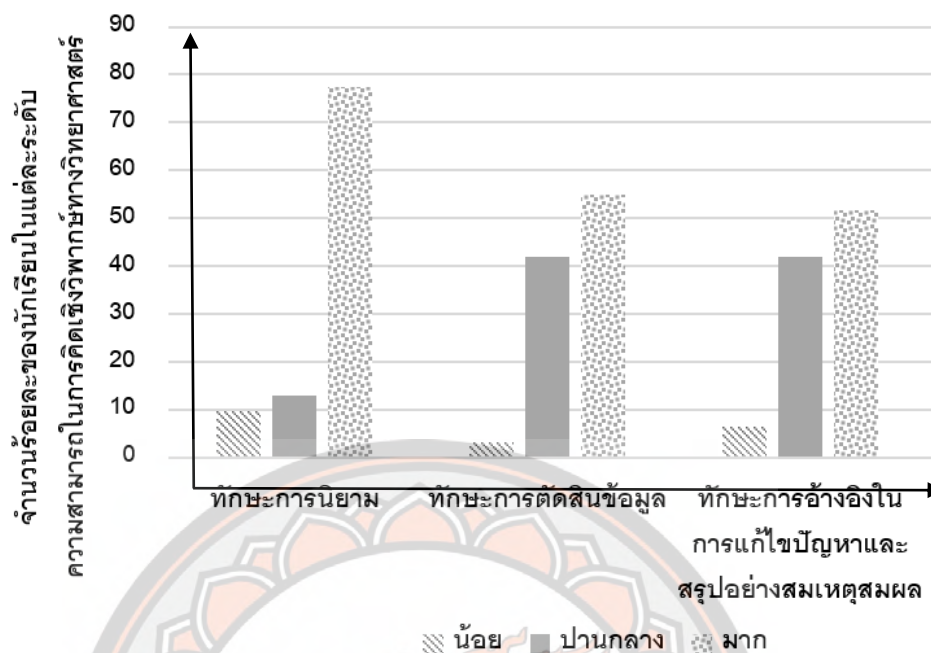
“จากการสืบค้นพบว่า น้ำยาล้างห้องน้ำและสารฟอกขาวเมื่อผสมกันจะเกิดแก๊สคลอรีนที่เป็นพิษ” (การอ้างอิงและสรุปของนักเรียนเลขที่ 8, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)

เหตุผล: มีวิจัยที่บอกว่า Cl_2 เป็นพิษ มีกลิ่นเหม็นฉุน และก่อความระคายเคือง พบได้จากบทความของสารละลาย Hypochlorite ที่มีอยู่ในสารฟอกขาว จะทำปฏิกิริยากับน้ำ ได้กรดไฮโดรคลอริก และแก๊สไฮโปคลอริก ซึ่งพิษที่กัดกร่อนเมื่อ *gases* ซึ่งพ่นกับเนื้อเยื่อส่วนที่ชุ่มน้ำ หลอดเสียง เช่น Olfactory epithelium จึงเกิดการระคายเคืองและกัดกร่อนเนื้อเยื่อทำให้เกิดอาการคันได้เร็ว

ภาพ 17 แสดงการอ้างอิงและสรุปจากการสืบค้นกลุ่ม 5 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2



ภาพ 18 แสดงการอ้างอิงและสรุปจากการสืบค้นกลุ่ม 1 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์



ภาพ 19 แสดงผลวิจัยตามทักษะด้านต่าง ๆ ของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

1.7 ทักษะการนิยาม

สำหรับทักษะการนิยามของวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยการนำประเด็นโต้แย้งเกี่ยวกับน้ำอัลคาไลน์หรือน้ำด่าง ซึ่งกำหนดให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบเสาะหาข้อมูล โดยครูถามคำถามนำทำให้นักเรียนได้ตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบที่ครูได้สร้างขึ้น และเพื่อให้นักเรียนนิยามประเด็นปัญหาเพื่อหาเหตุผลมาสนับสนุนประเด็นปัญหาที่ได้ตั้งไว้ คำถามคือ “นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่าการดื่มน้ำอัลคาไลน์หรือน้ำด่างเพื่อสุขภาพจะช่วยปรับสมดุลความเป็นกรด-ด่างในร่างกายได้ เพราะเหตุใด” พบว่า จากชิ้นงานโต้แย้งชั่วคราวแบบรายกลุ่ม และรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคล นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 77.42 สามารถพิจารณาและระบุปัญหาในการคิดและสามารถนำเสนอประเด็นปัญหาให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดมาได้ ซึ่งนิยามประเด็นปัญหาอยู่ในระดับมาก ดังภาพ 20 แสดงตัวอย่างการนิยามประเด็นปัญหากลุ่ม 4 ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 และตัวอย่าง ต่อไปนี้

“การดื่มน้ำอัลคาไลน์นั้นมีผลต่อการปรับสมดุลกรด-เบส ในร่างกายหรือไม่”
(ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 9, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 3)

“น้ำอัลคาไลน์หรือน้ำต่างสามารถช่วยปรับสมดุลความเป็นกรด-เบส ในร่างกาย ได้จริงหรือไม่” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 15, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติกาที่ 3)

“น้ำอัลคาไลน์ปรับสมดุลกรด-เบส ในร่างกายหรือไม่” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 17, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติกาที่ 3)

“น้ำต่าง(อัลคาไลน์) สามารถช่วยปรับสมดุลความเป็นกรด-เบส ในร่างกายได้หรือไม่” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 18, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติกาที่ 3)

ในขณะที่มีนักเรียนร้อยละ 12.90 ไม่สามารถนำเสนอประเด็นปัญหาได้อย่างชัดเจน ซึ่งนิยามประเด็นปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

“น้ำอัลคาไลน์มีสมบัติปรับกรด-เบส ได้จริงหรือไม่” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 2, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติกาที่ 3)

“น้ำต่างช่วยปรับสมดุลกรด-เบสได้หรือไม่” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 21, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติกาที่ 3)

“น้ำต่างสามารถปรับสมดุลในร่างกายได้จริงหรือไม่” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 25, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติกาที่ 6)

“น้ำต่างปรับสมดุลร่างกายได้หรือไม่” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 19, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติกาที่ 3)

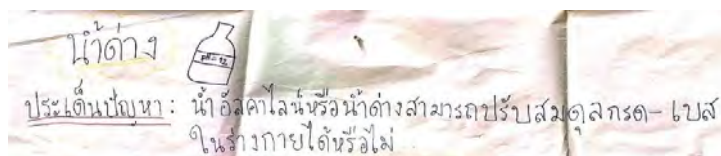
“น้ำอัลคาไลน์ช่วยปรับสมดุลในร่างกายหรือไม่” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 21, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติกาที่ 3)

“น้ำต่างสามารถปรับสมดุลในร่างกายได้จริงหรือไม่” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 25, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติกาที่ 3)

และมีนักเรียนส่วนน้อยร้อยละ 9.68 ที่ไม่สามารถระบุปัญหาในการคิดและสามารถนำเสนอประเด็นปัญหา ซึ่งนิยามประเด็นปัญหาอยู่ในระดับน้อย ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

“น้ำอัลคาไลน์มีสมบัติอย่างไร” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 14, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติกาที่ 3)

“น้ำต่างดีจริงไหม” (ประเด็นปัญหาของนักเรียนเลขที่ 27, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติกาที่ 3)



ภาพ 20 แสดงตัวอย่างการนิยามประเด็นปัญหากลุ่ม 4 ของวงจรถูกปฏิบัติการที่ 3

1.8 ทักษะการตัดสินใจข้อมูล

สำหรับทักษะการตัดสินใจข้อมูลของวงจรถูกปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยการนำประเด็นโต้แย้งเกี่ยวกับน้ำอัลคาไลน์หรือน้ำด่าง โดยให้นักเรียนทำการสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับการดื่มน้ำอัลคาไลน์หรือน้ำด่างเพื่อสุขภาพจะช่วยปรับสมดุลความเป็นกรด-ด่างในร่างกายได้จริงหรือไม่ โดยนักเรียนจะทำการตัดสินใจเพื่อที่จะเลือกใช้ข้อมูลนั้นมาเพื่อตอบคำถามว่า นักเรียนสามารถพิจารณาและตัดสินใจข้อมูลเท็จ ข้อมูลจริงของหลักฐานพร้อมกับอธิบายและยกตัวอย่างข้อมูลหลักฐานที่มาจากแหล่งข้อมูลที่ต้องชัดเจนเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับได้หรือไม่ พบว่า จากชิ้นงานโต้แย้งชั่วคราวแบบรายกลุ่ม และรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคล นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 54.84 สามารถพิจารณาและตัดสินใจข้อมูลเท็จ ข้อมูลจริงของหลักฐานพร้อมกับอธิบายและยกตัวอย่างข้อมูลหลักฐานที่มาจากแหล่งข้อมูลที่ต้องชัดเจนเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับได้ อีกทั้งยังสามารถพิจารณาคำสอดคล้องของข้อมูลหลักฐานกับปัญหานั้นว่าน่าเชื่อถือหรือไม่ พร้อมบอกเหตุผลสนับสนุนอย่างชัดเจน ซึ่งเป็นการตัดสินใจที่อยู่ในระดับมาก ดังภาพ 21 แสดงหลักฐานจากการสืบค้นกลุ่ม 1 ของวงจรถูกปฏิบัติการที่ 3 และตัวอย่าง ต่อไปนี้

“แหล่งอ้างอิง water for life ของ ศ.ดร.นพ.สมศักดิ์ วรรคามินทร์” (แหล่งอ้างอิงของนักเรียนเลขที่ 14, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรถูกปฏิบัติการที่ 3)

“แหล่งอ้างอิง (www.livehealthy.co.th/page/น้ำอัลคาไลน์)” (แหล่งอ้างอิงของนักเรียนเลขที่ 15, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรถูกปฏิบัติการที่ 3)

“แหล่งอ้างอิง งานวิจัย ([www.pubmed.com/potential of pH 8.8 alkaline drinking](http://www.pubmed.com/potential%20of%20pH%208.8%20alkaline%20drinking))” (แหล่งอ้างอิงของนักเรียนเลขที่ 19, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรถูกปฏิบัติการที่ 3)

จะเห็นว่าการระบุแหล่งอ้างอิงแบบนี้เป็นแหล่งที่มาที่มีความน่าเชื่อถือ เนื่องจากจะผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ โดยส่วนใหญ่จะเป็นแหล่งข้อมูลจากนักวิชาการหรือแพทย์โดยตรง อีกทั้งมีความสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่กำหนด

ในขณะที่มีนักเรียนร้อยละ 41.94 ไม่สามารถยกตัวอย่างข้อมูลหลักฐานที่มาจากแหล่งข้อมูลที่ถูกต้องชัดเจนเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับได้อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นการตัดสินใจที่อยู่ในระดับปานกลาง ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

“แหล่งอ้างอิง (www.wikipedia.org/น้ำอัลคาไลน์)” (แหล่งอ้างอิงของนักเรียน เลขที่ 20, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 3)

จะเห็นว่าการระบุแหล่งอ้างอิงแบบนี้เป็นแหล่งที่มาที่มีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับหนึ่ง เช่น แหล่งอ้างอิง Wikipedia เป็นแหล่งอ้างอิงที่นักวิชาการเข้าไปลงข้อมูลแต่ก็สามารถแก้ไขได้ตลอดเวลาเช่นกันทำให้ข้อมูลนั้นอาจได้รับการแก้ไขจากใครก็ได้ซึ่งทำให้ไม่มีความน่าเชื่อถือเท่าที่ควร

และมีนักเรียนส่วนน้อยร้อยละ 3.22 ไม่สามารถยกตัวอย่างข้อมูลหลักฐานที่เป็นข้อมูลเท็จและข้อมูลจริง และไม่สามารถพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลได้ ซึ่งเป็นการตัดสินใจที่อยู่ในระดับน้อย ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

“แหล่งอ้างอิง pantip” (แหล่งอ้างอิงของนักเรียนเลขที่ 12, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 2)

จะเห็นว่าการระบุแหล่งอ้างอิงแบบนี้ไม่มีหัวข้อในการสืบค้น ทำให้ไม่ทราบว่ามี ความสอดคล้องต่อประเด็นปัญหาที่กำหนดหรือไม่ และเป็นแหล่งที่มาที่ไม่มีความน่าเชื่อถือ เนื่องจากไม่มีการรองรับว่าข้อมูลเหล่านั้นเป็นจริงหรือไม่

อ้างอิงมาก

- ข้อมูลจากหนังสือ Water for life ของ ศ.ดร.สุเทพ สัมศักดิ์ วรรณจักร์
- สารสกัดที่เอ็ดดี้พิมพ์ เองเว็บไซต์ PubMed
↑
งานวิจัย ↳ เว็บไซต์ ประกอบด้วยงานวิจัย บทความทางดักซ์หรือ สาร
- Jamie A. Koufman ศึกษา Potential of pH as Alkaline Drinking Water as an A Unit of in the Treatment of Reflux Disease

ภาพ 21 แสดงหลักฐานจากการสืบค้นกลุ่ม 1 ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

1.9 ทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล

สำหรับทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผลของวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยการนำประเด็นโต้แย้งเกี่ยวกับน้ำอัลคาไลน์หรือน้ำด่าง โดยให้นักเรียนทำ

การสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับการดื่มน้ำอัลคาไลน์หรือน้ำด่างเพื่อสุขภาพจะช่วยปรับสมดุลความเป็นกรด-ด่างในร่างกายได้จริงหรือไม่ โดยนักเรียนจะทำการตัดสินใจเพื่อที่จะเลือกใช้ข้อมูลนั้นมาเพื่อตอบคำถามว่า นักเรียนสามารถพิจารณาและตัดสินใจข้อความว่าสรุปตามข้อมูลที่ได้สนับสนุนมาว่าข้อสรุปใดเป็นจริง ข้อสรุปใดเป็นเท็จ และยกตัวอย่างข้อมูลที่สรุปมาพร้อมเหตุผลในการสนับสนุนคำตอบที่สมเหตุสมผล โดยใช้ข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือได้ พบว่า จากชิ้นงานโต้แย้งชั่วคราวแบบรายกลุ่ม และรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคล นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 51.61 สามารถพิจารณาและตัดสินใจข้อความว่าสรุปตามข้อมูลที่ได้สนับสนุนมาว่าข้อสรุปใดเป็นจริง ข้อสรุปใดเป็นเท็จ และยกตัวอย่างข้อมูลที่สรุปมาพร้อมเหตุผลในการสนับสนุนคำตอบที่สมเหตุสมผล โดยใช้ข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือได้ พบว่า จากการอ้างอิงและสรุปอย่างสมเหตุสมผลที่อยู่ในระดับมาก ดังภาพ 22 แสดงการอ้างอิงและสรุปจากการสืบค้นกลุ่ม 3 ของวงจรวจรปฏิบัติการที่ 3 และตัวอย่าง ต่อไปนี้

“จากการสืบค้นพบว่า ในร่างกายของเรามีการปรับสมดุลในร่างกายในการรักษาความเป็นกรด-เบส โดยปกติเลือดเรามี pH 7.35 - 7.45 แต่หากมีความเป็นกรดเบสมากกว่า 7.35 - 7.45 ร่างกายจะมีการปรับสมดุลโดยมีระบบ buffer ในร่างกาย นอกจากระบบ buffer แล้วยังมีกลไกการหายใจ และระบบไตที่จะช่วยปรับสมดุลในร่างกายได้ ทำให้การดื่มน้ำด่างนั้นไม่จำเป็นและไม่ได้ช่วยในการปรับสมดุลกรด-เบส ในร่างกายได้” (การอ้างอิงและสรุปของนักเรียนเลขที่ 11, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรวจรปฏิบัติการที่ 3)

“จากการสืบค้นข้อมูล พบว่า เมื่อก่อนมีนักวิทยาศาสตร์ทำการทดลองกับสัตว์ โดยให้อาหารกรดกับสัตว์ แล้วสัตว์เกิดการปัสสาวะมาเป็นกรด ทำให้นักวิทยาศาสตร์คิดว่า อาหารด่างมีผลต่อร่างกาย แต่ปัจจุบันพบว่า อาหารด่างมีผลต่อค่า pH ในปัสสาวะเพียงอย่างเดียวและร่างกายมีระบบรักษาสมดุลที่ดีอยู่แล้ว การที่จะทำให้ระบบรักษาสมดุลในร่างกายดีขึ้นควรกินอาหารให้ครบ 5 หมู่ ออกกำลังกายสม่ำเสมอ ทำให้น้ำด่างจึงแทบไม่มีผลต่อสมดุลในร่างกาย” (การอ้างอิงและสรุปของนักเรียนเลขที่ 28, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรวจรปฏิบัติการที่ 3)

ในขณะที่มีนักเรียนร้อยละ 41.94 61 ไม่สามารถสรุปตามข้อมูลที่สนับสนุนได้อย่างสมเหตุสมผลได้อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นการอ้างอิงและสรุปอย่างสมเหตุสมผลที่อยู่ในระดับปานกลาง ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

“จากการสืบค้นพบว่า ร่างกายมีระบบปรับสมดุลอยู่แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องดื่มน้ำต่างเพื่อปรับสมดุลในร่างกาย” (การอ้างอิงและสรุปของนักเรียนเลขที่ 32, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 3)

และมีนักเรียนส่วนน้อยร้อยละ 6.45 ไม่สามารถพิจารณาและตัดสินใจข้อความว่าสรุปตามข้อมูลที่ได้สนับสนุนมา ว่าข้อสรุปใดเป็นจริง ข้อสรุปใดเป็นเท็จ และไม่สามารถสรุปตามข้อมูลที่สนับสนุนได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งเป็นการอ้างอิงและสรุปอย่างสมเหตุสมผลที่อยู่ในระดับน้อย ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

“จากข้อมูลที่ได้มาน้ำอัลคาไลน์อาจจะปรับสมดุลในร่างกายได้ แต่ร่างกายก็สามารถปรับสมดุลเองได้ไม่จำเป็นต้องพึ่งตัวช่วยแพงๆ” (การอ้างอิงและสรุปของนักเรียนเลขที่ 32, รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของวงจรปฏิบัติการที่ 3)

1. ร่างกายมีกลไกการปรับสมดุลอยู่แล้ว

① ระบบ buffer โดยใช้คุณสมบัติกรดอ่อน - เบสอ่อน

1.1. ระบบ bicarbonate ใช้ NaHCO_3 และ H_2CO_3

1.2. ระบบ phosphate buffer ใช้ NaH_2PO_4 และ Na_2HPO_4

1.3. ระบบ protein หมู่ Carboxyl (COOH) & amine (NH_2)

② กลไกการหายใจ ควบคุมปริมาณ CO_2 ในร่างกาย

- Body "Acid" → กระตุ้นหายใจเร็วขึ้น → $\text{CO}_2 \downarrow$ → pH ↑

- Body "Base" → ยับยั้งให้หายใจช้าลง → $\text{CO}_2 \uparrow$ → pH ↓

③ ระบบไต ปรับสมดุล pH

- Body "Acid" → ขับ H^+ → ดูดซึม Na^+ & HCO_3^- → pH ↑

- Body "Base" → ดูดซึม H^+ → ขับ Na^+ & HCO_3^- → pH ↓

* ระบบ RAAS : Renin Angiotensin Aldosterone System.

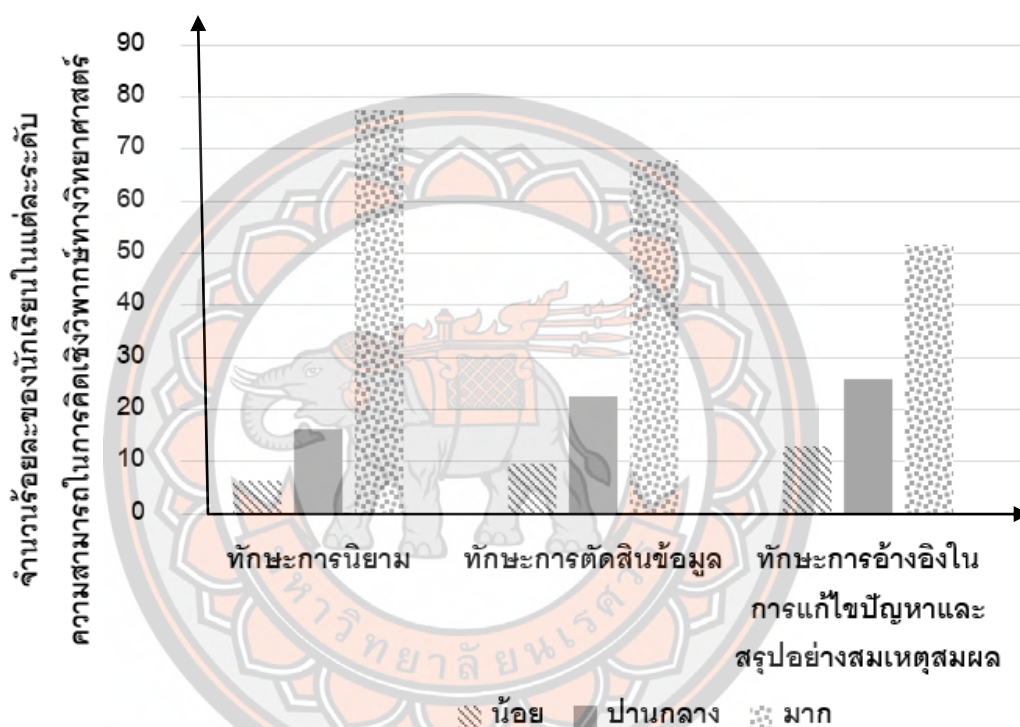
ภาพ 22 แสดงการอ้างอิงและสรุปจากการสืบค้นกลุ่ม 3 ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

2. ผลความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการศึกษาระดมความคิดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งเป็นแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล ประกอบด้วยข้อสอบ จำนวน 11 ข้อ เป็นการเขียนตอบแบบอิสระ โดยผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอออกตามด้านทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการนิยาม 2) ทักษะการตัดสินใจ และ 3) ทักษะ

การอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยแต่ละทักษะผู้วิจัยทำการนำเสนอผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง พบว่านักเรียนมีการย้ายกลุ่มจากความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับน้อยไปอยู่ในกลุ่มความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับมากที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนทั้ง 3 ทักษะ ดังภาพ 23



ภาพ 23 แสดงผลวิจัยตามทักษะด้านต่าง ๆ ของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้

2.1 ทักษะการนิยาม

นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 77.42 สามารถพิจารณาและระบุปัญหาในการคิดและสามารถนำเสนอประเด็นปัญหาได้อย่างชัดเจน และสามารถพิจารณาและตัดสินใจให้เหตุผลที่จะนำมาสนับสนุนในประเด็นที่ได้นิยามไว้ได้ โดยเขียนแสดงให้เห็นเหตุผลนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่เป็นจริง อีกทั้งสามารถตั้งคำถามให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดมาได้ ดังภาพ 24 แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับมากในด้านทักษะการนิยาม

จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้พิจารณาเหตุผลเพื่อที่จะนิยามปัญหา จงตอบอย่างละเอียดให้ครอบคลุมตรงประเด็น ต่อไปนี้

1. จากข้อความที่กล่าวมานั้น จะนิยามตั้งคำถามปัญหานี้ได้อย่างไร
2. นักเรียนคิดว่าจะสรุปข้อความดังกล่าวนี้ได้ไว้อย่างไรและจะใช้ข้อมูลอะไรที่จะนำมาสนับสนุนในประเด็นข้อสรุป
3. มีเหตุผลใดที่จะนำมาสนับสนุนข้อเท็จจริงนี้ได้ ซึ่งต้องตัดสินใจว่าจะเลือกเชื่อเพราะอะไร เลือกไม่เชื่อเพราะอะไร โดยให้เหตุผลประกอบ
4. ถ้าพิชชาจะตั้งคำถามโต้แย้งกับปัญหานี้ได้อย่างไร
5. นักเรียนคิดว่าข้อความที่ได้กล่าวว่าการทานผลไม้ตอนท้องว่างจะช่วยให้ร่างกายการดูดซึมสารต่าง ๆ ในผลไม้ได้อย่างเต็มที่ เป็นจริงหรือไม่จริง จะลงข้อสรุปนี้ได้อย่างไรและเพราะอะไร

1) การทานผลไม้ตอนท้องว่าง จะช่วยในเรื่องการดูดซึมสารต่างๆ ในผลไม้ได้ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม
 2) การทานผลไม้ ตอนท้องว่าง ในท้องที่ดูดซึมต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม
 3) ในขณะท้องว่าง ท้องจะว่างอยู่เต็มไปอยู่ หรือย่อยสลายง่าย ทำให้เกิด การดูดซึม
 4) ในกรณีนี้ เพราะ ท้องว่างได้ ได้ข้อมูลที่ดีขึ้นกว่าเดิม แทนที่จะท้องว่าง
 5) ไม่ท้อง เพราะ ท้องว่างได้ ดีกว่าเดิมกว่าเดิมกว่าเดิมกว่าเดิม
 6) ท้องว่าง เพราะ ท้องว่างได้ ดีกว่าเดิมกว่าเดิมกว่าเดิมกว่าเดิม
 7) ไม่ท้อง เพราะ ท้องว่างได้ ดีกว่าเดิมกว่าเดิมกว่าเดิมกว่าเดิม
 8) ท้องว่าง เพราะ ท้องว่างได้ ดีกว่าเดิมกว่าเดิมกว่าเดิมกว่าเดิม
 9) ท้องว่าง เพราะ ท้องว่างได้ ดีกว่าเดิมกว่าเดิมกว่าเดิมกว่าเดิม
 10) ท้องว่าง เพราะ ท้องว่างได้ ดีกว่าเดิมกว่าเดิมกว่าเดิมกว่าเดิม

ภาพ 24 แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับมากในด้านทักษะการนิยาม

ในขณะที่จะมีนักเรียนร้อยละ 16.13 ไม่สามารถสร้างคำถามโต้แย้งให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดมาได้ ดังภาพ 25 แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางในด้านทักษะการนิยาม

จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้พิจารณาเหตุผลเพื่อที่จะนิยามปัญหา จงตอบอย่างละเอียดให้ครอบคลุมตรงประเด็น ต่อไปนี้

1. จากข้อความที่กล่าวมานั้น จะนิยามตั้งคำถามปัญหานี้ได้อย่างไร
2. นักเรียนคิดว่าจะสรุปข้อความดังกล่าวนี้ได้ไว้อย่างไรและจะใช้ข้อมูลอะไรที่จะนำมาสนับสนุนในประเด็นข้อสรุป
3. มีเหตุผลใดที่จะนำมาสนับสนุนข้อเท็จจริงนี้ได้ ซึ่งต้องตัดสินใจว่าจะเลือกเชื่อเพราะอะไร เลือกไม่เชื่อเพราะอะไร โดยให้เหตุผลประกอบ
4. ถ้าพิชชาจะตั้งคำถามโต้แย้งกับปัญหานี้ได้ไว้อย่างไร
5. นักเรียนคิดว่าข้อความที่ได้กล่าวว่าการทานผลไม้ก่อนท้องว่างจะช่วยให้ร่างกายการดูดซึมสารต่าง ๆ ในผลไม้ได้อย่างเต็มที่ เป็นจริงหรือไม่จริง จะลงข้อสรุปนี้ได้อย่างไรและเพราะอะไร

1. ตอบ การทานผลไม้ก่อนท้องว่างจะช่วยให้ร่างกายดูดซึมสารต่าง ๆ ในผลไม้ได้อย่างเต็มที่

2. ตอบ การทานผลไม้ก่อนท้องว่าง ไม่ช่วยให้ร่างกายดูดซึมสารต่าง ๆ ในผลไม้ได้อย่างเต็มที่

3. ตอบ ใช่เชื่อ เพราะปกติร่างกายจะมีกรดไขมันต่าง ๆ ได้ก่อนแล้วคืออยู่แล้ว แต่ตอนท้องว่างจะมีกรดไขมันให้กรด HCl ในกระเพาะหรือออกมาจาก เซลล์ในร่างกาย ใช้ได้ให้เกิดในกรดไขมัน ไม่ได้ใช้กรดไขมันในร่างกาย

4. ตอบ จากการผลไม้ก่อนท้องว่างช่วยให้ร่างกายดูดซึมสารต่าง ๆ ในผลไม้ได้อย่างเต็มที่ สักไม่ไรจากอาหารที่มีประโยชน์แทน หรือ ทานแล้วช่วยให้ร่างกายดูดซึมได้ทันที ได้อย่างไร

5. ตอบ ไม่ใช่เป็นจริง เพราะ การท้องว่าง สังกะไน มีกรด HCl ในกระเพาะและจากผลไม้ที่มีวิตามินซีจะไป กระตุ้นให้ปล่อยได้เร็วขึ้น ไม่ใช่ดูดซึมได้ทันที

ภาพ 25 แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางในด้านทักษะการนิยาม

และมีนักเรียนส่วนน้อยร้อยละ 6.45 ที่ไม่สามารถให้เหตุผลในการสนับสนุนประเด็นที่ได้นิยามไว้ และไม่สามารถสร้างคำถามโต้แย้งให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดมาได้ ดังภาพ 26 แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับน้อยในด้านทักษะการนิยาม

จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้พิจารณาเหตุผลเพื่อที่จะนิยามปัญหา จงตอบอย่างละเอียดให้ครอบคลุมตรงประเด็น ต่อไปนี้

1. จากข้อความที่กล่าวมานั้น จะนิยามตั้งคำถามปัญหานี้ได้อย่างไร
2. นักเรียนคิดว่าจะสรุปข้อความดังกล่าวนี้ได้ว่าอย่างไรและจะใช้ข้อมูลอะไรที่จะนำมาสนับสนุนในประเด็นข้อสรุป
3. มีเหตุผลใดที่จะนำมาสนับสนุนข้อเท็จจริงนี้ได้ ซึ่งต้องตัดสินใจว่าจะเลือกเชื่อเพราะอะไร เลือกไม่เชื่อเพราะอะไร โดยให้เหตุผลประกอบ
4. ถ้าพิชชาจะตั้งคำถามโต้แย้งกับปัญหานี้ได้ว่าอย่างไร
5. นักเรียนคิดว่าข้อความที่ได้กล่าวว่าการทานผลไม้ตอนท้องว่างจะช่วยให้อวัยวะการดูดซึมสารต่าง ๆ ในผลไม้ได้อย่างเต็มที่ เป็นจริงหรือไม่จริง จะลงข้อสรุปนี้ได้อย่างไรและเพราะอะไร

1. การทานผลไม้ตอนท้องว่าง จะช่วยให้อวัยวะดูดซึมสารต่างๆ ในผลไม้ได้ดีกว่า ทานผลไม้ตอนท้องอิ่มกว่า จิวบื้อไหม ?
2. ผลไม้ที่ทานตอนท้องว่าง จะช่วยให้อวัยวะดูดซึมสารต่างๆ ในผลไม้ได้ดีกว่า ทานผลไม้ตอนท้องอิ่มกว่า โดย
3. ปัญหาที่พบคือผลไม้บางชนิดที่รับประทานแล้วมีอาการแพ้
4. ปัญหาที่พบคือผลไม้บางชนิดที่รับประทานแล้วมีอาการแพ้
5. ปัญหาที่พบคือผลไม้บางชนิดที่รับประทานแล้วมีอาการแพ้
6. ปัญหาที่พบคือผลไม้บางชนิดที่รับประทานแล้วมีอาการแพ้

ภาพ 26 แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับน้อยในด้านทักษะการนิยาม

2.2 ทักษะการตัดสินใจข้อมูล

นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 67.74 สามารถพิจารณาและตัดสินใจข้อมูลเท็จ ข้อมูลจริงของหลักฐานพร้อมกับอธิบายและยกตัวอย่างข้อมูลหลักฐานที่มาจากแหล่งข้อมูลที่ต้องชัดเจนเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับได้ อีกทั้งสามารถพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลหลักฐานกับปัญหานั้นว่าน่าเชื่อถือหรือไม่ พร้อมบอกเหตุผลสนับสนุนอย่างชัดเจน ดังภาพ 27 แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับมากในด้านทักษะการตัดสินใจข้อมูล

จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนจะมีวิธีการใดที่จะตัดสินข้อมูลหลักฐานได้ จงตอบอย่างละเอียดให้ครอบคลุมตรงประเด็นต่อไปนี้

1. ให้ตัดสินข้อมูลว่าข้อมูลที่พรประภาได้สืบค้นมาข้อมูลใดเป็นข้อมูลเท็จ ข้อมูลจริง และคู่ได้จากสิ่งใดบ้าง พร้อมยกตัวอย่างมา
2. แหล่งข้อมูลที่ได้สืบค้นมานั้นมีความน่าเชื่อถือหรือไม่เพราะอะไรและข้อมูลมีความเพียงพอหรือไม่ ให้ยกตัวอย่างแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมา
3. เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อมูลหลักฐานที่พรประภาได้สืบค้นมาที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาหรือไม่เพราะอะไร
4. ให้พิจารณาว่าข้อมูลหลักฐานที่พรประภาได้สืบค้นมามีความสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่จะศึกษาหรือไม่อย่างไร

1. ตอบ ข้อมูลเท็จ เช่น ข้อมูลจริง ดูได้จากความน่าเชื่อถือต่างๆ มีวิธีเปรียบเทียบ มีการตรวจสอบ มีการตรวจสอบ เป็นคนละ และไปเปรียบเทียบอาจารย์ได้จนเข้าใจ ข้อมูลเท็จ คือ ข้อมูลที่ไม่ปกคลุม เช่น ไม่บอกแหล่งอ้างอิง ได้แก่ ข้อมูลจากเว็บไซต์ของโรอาน ฉากบล็อก สันถิติ ข้อมูลจากโฆษณาทางโทรทัศน์ ข้อมูลจากวิทยุออนไลน์ ข้อมูลจากเพื่อนร่วมชั้นเรียน ข้อมูลจริง คือ ข้อมูลที่มีแหล่งที่มาชัดเจน สันติจิตจน ได้ทำ สันติจิตที่ปกคลุมแล้ว จากเว็บไซต์นี้ ปีที่พิมพ์ ข้อมูลจากยูทูป โลกน้ำดำ ลมมีอิทธิพล ลมแรงทั้ง

2. ตอบ สันติจิตน้ำดำ ข้อมูลเที่ยงตรง ตัวอย่างแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือคือ ข้อมูลที่ได้จากยูทูป โลกน้ำดำ ข้อมูลจากนักวิจัย ข้อมูลจากแหล่ง

3. ตอบ เห็นด้วย เพราะข้อมูลที่นำมาสามารถใช้งานได้โดยปราศจากข้อสงสัย

4. ตอบ มีลักษณะที่ต่าง คือ หลักงานต่างๆ ค้นหาได้ขึ้นสามารถใช้งานได้ และยังมีประโยชน์กับเราได้

ภาพ 27 แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับมากในด้านทักษะการตัดสินข้อมูล

ในขณะที่จะมีนักเรียนร้อยละ 22.58 ไม่สามารถยกตัวอย่างข้อมูลหลักฐานที่เป็นข้อมูลเท็จและข้อมูลจริงได้ ดังภาพ 28 แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางในด้านทักษะการตัดสินข้อมูล

จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนจะมีวิธีการใดเพื่อที่จะตัดสินข้อมูลหลักฐานได้ จงตอบอย่างละเอียดให้ครอบคลุมตรงประเด็นต่อไปนี้

1. ให้ตัดสินข้อมูลว่าข้อมูลที่พรประภาได้สืบค้นมา มีข้อมูลใดเป็นข้อมูลเท็จ ข้อมูลจริง และดูได้จากสิ่งใดบ้าง พร้อมยกตัวอย่างมา
2. แหล่งข้อมูลที่ได้สืบค้นมานั้นมีความน่าเชื่อถือหรือไม่เพราะอะไรและข้อมูลมีความเพียงพอหรือไม่ ให้ยกตัวอย่างแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมา
3. เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อมูลหลักฐานที่พรประภาได้สืบค้นมา มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาหรือไม่เพราะอะไร
4. ให้พิจารณาว่าข้อมูลหลักฐานที่พรประภาได้สืบค้นมา มีความสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่จะศึกษาหรือไม่อย่างไร

1. ดูจากสถานที่ของหน้าต่าง ข้อมูลจากโรงงานที่ผลิตหน้าต่าง เจ้าของโรงงาน พนักงาน โรงงาน หนังสือ สืบค้นจาก อินเทอร์เน็ต
2. ใช้ เพราะ จากข้างบน และประเภท ข้อมูลจากหลายที่ แล้วย้าย และนำข้อมูล เช่น จาก อินเทอร์เน็ต นักวิชาการ ข้อมูลจากแพทย์
3. ใช้ เพราะ ว่า สิ่งขบถยี่ตามเข็มนาฬิกาอยู่สูง ตรงหน้าผาผา เจ็บไป อาจจะไปนั่งนั่ง สืบค้นใน ไร่เกษตร และเปลี่ยนค่าเป็นกลางได้
4. สอดคล้อง เพราะ พบสืบค้นข้อมูลหลักฐาน จากหลายที่ แล้วย้าย ก็จะได้ข้อมูลที่แม่นยำขึ้น และน่าเชื่อถือ

ภาพ 28 แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางในด้านทักษะการตัดสินข้อมูล

และมีนักเรียนส่วนน้อยร้อยละ 9.68 ที่ไม่สามารถยกตัวอย่างข้อมูลหลักฐานที่เป็นข้อมูลเท็จและข้อมูลจริง และไม่สามารถพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลได้ ดังภาพ 29 แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับน้อยในด้านทักษะการตัดสินข้อมูล

จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนจะมีวิธีการใดเพื่อที่จะตัดสินข้อมูลหลักฐานได้ จงตอบอย่างละเอียดให้ครอบคลุมตรงประเด็นต่อไปนี้

1. ให้ตัดสินข้อมูลว่าข้อมูลที่พรประภาได้สืบค้นมามีข้อมูลใดเป็นข้อมูลเท็จ ข้อมูลจริง และดูได้จากสิ่งใดบ้าง พร้อมยกตัวอย่างมา
2. แหล่งข้อมูลที่สืบค้นมานั้นมีความน่าเชื่อถือหรือไม่เพราะอะไรและข้อมูลมีความเพียงพอหรือไม่ ให้ยกตัวอย่างแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมา
3. เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อมูลหลักฐานที่พรประภาได้สืบค้นมาที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาหรือไม่เพราะอะไร
4. ให้พิจารณาว่าข้อมูลหลักฐานที่พรประภาได้สืบค้นมามีความสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่จะศึกษาหรือไม่อย่างไร

1. ดอง ดุได้มาก ผู้รู้ และ ที่ สืบ อ้างอิงจากสื่อต่างๆ สืบค้นจากเว็บไซต์ และ อาจจริงที่สื่อต่าง
ส่งมาจาก แยกๆ
2. ดอง ว่า ผู้ 0 ดึง เหนือ ได้ อ้างอิงจากแหล่งข่าว สืบค้นไม่เพียงพอ ตัวอย่าง ว่า อ้างอิง ก็ เช่น ดอง
ดอง ดึงจะดี ได้ ดึง กษ ธิบรรณ สืบค้นจากสื่อต่างๆ
3. ดอง ไม่ เห็น สื่อ เหนือ ในสื่อต่างๆ ดองมา สืบค้นจริง สืบค้น กต-เจด ในสื่อต่างๆ ดอง ดอง
ดอง
4. ดอง ไม่ ดึง ดึง ดึง เหนือ ไม่ เห็น สื่อ เหนือ สืบค้น สื่อ ดึง ดึง ดึง ดึง ดึง ดึง ดึง ดึง ดึง ดึง
สืบ ไม่ ดึง ดึง ดึง ดึง ดึง ดึง ดึง

ภาพ 29 แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับน้อยในด้านทักษะการตัดสินข้อมูล

2.3 ทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล

นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 61.29 สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความว่าสรุปตามข้อมูลที่ได้นับสนุนมา ว่าข้อสรุปใดเป็นจริง ข้อสรุปใดเป็นเท็จ และยกตัวอย่างข้อมูลที่สรุปมาพร้อมเหตุผลในการสนับสนุนคำตอบที่สมเหตุสมผล โดยใช้ข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือได้ ดังภาพ 30 แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับมากในด้านทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล

จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้พิจารณาและตัดสินใจแล้วใช้เหตุผลในการลงข้อสรุปนิรนัย จงตอบอย่างละเอียดให้ครอบคลุมตรงประเด็นต่อไปนี้

1. ยาลดกรดชนิดที่มีส่วนประกอบของไฮดรอกไซด์มีปริมาณสารลดกรดในยาลดกรดมากที่สุด ให้นักเรียนสรุปนิรนัยและมีข้อมูลหลักฐานอะไรมายืนยันข้อสรุปดังกล่าวให้มีความตรงตามมาอย่างน่าเชื่อถืออย่างมีเหตุผลและจะสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเลือกซื้อยาลดกรดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตอบ จากข้อมูลจากการที่ลดกรดตัวสูงว่าตัวกรดไฮดรอกไซด์ เมื่อเปรียบเทียบกับยาลดกรด และจากการตรวจสอบว่าค่าไอออนในยาลดกรดชนิดตัวสูงนั้นค่าไอออนไฮดรอกไซด์ของกรดตัวสูงนั้นทำการลบตามค่าที่กรดตัวสูง มากกว่า หรือ ใช้เหตุผลของกรดที่ เมื่อเปรียบเทียบกับกรดที่อื่นคือจากการทดลองของหัวใจ เมื่อทิ้งไฮดรอกไซด์ไปใช้กรดเลือกที่ใช้กรดตัวสูง / ยี่ห้อตัวสูงได้ถูกตามอาหาร เช่น หากมีอาหารเคี้ยวของ กรดใช้ที่มีค่าสูงที่สุดมาขึ้นๆ เมื่อป้อนกัน กรดอื่นตามใน กรดตัว และสิ่งของที่ดี

ภาพ 30 แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับมากในด้านทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล

ในขณะที่จะมีนักเรียนร้อยละ 25.81 ไม่สามารถสรุปตามข้อมูลที่สนับสนุนได้อย่างสมเหตุสมผล ดังภาพ 31 แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางในด้านทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล

จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้พิจารณาและตัดสินใจแล้วใช้เหตุผลในการลงข้อสรุปนิรนัย จงตอบอย่างละเอียดให้ครอบคลุมตรงประเด็นต่อไปนี้

1. ยาลดกรดชนิดที่มีส่วนประกอบของไฮดรอกไซด์มีปริมาณสารลดกรดในยาลดกรดมากที่สุด ให้นักเรียนสรุปนิรนัยและมีข้อมูลหลักฐานอะไรมายืนยันข้อสรุปดังกล่าวให้มีความตรงตามมาอย่างน่าเชื่อถืออย่างมีเหตุผลและจะสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเลือกซื้อยาลดกรดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

1. ยาลดกรดชนิดที่มีส่วนประกอบของไฮดรอกไซด์มีปริมาณสารลดกรดในยาลดกรดมากที่สุด เพราะได้ศึกษาค้นคว้าจากตำราเรียนพบว่า กรดตัวสูงนั้นค่าไอออนไฮดรอกไซด์ของกรดตัวสูงนั้นทำการลบตามค่าที่กรดตัวสูง มากกว่า หรือ ใช้เหตุผลของกรดที่ เมื่อเปรียบเทียบกับกรดที่อื่นคือจากการทดลองของหัวใจ เมื่อทิ้งไฮดรอกไซด์ไปใช้กรดเลือกที่ใช้กรดตัวสูง / ยี่ห้อตัวสูงได้ถูกตามอาหาร เช่น หากมีอาหารเคี้ยวของ กรดใช้ที่มีค่าสูงที่สุดมาขึ้นๆ เมื่อป้อนกัน กรดอื่นตามใน กรดตัว และสิ่งของที่ดี

ภาพ 31 แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางในด้านทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล

และมีนักเรียนส่วนน้อย ร้อยละ 12.90 ที่ไม่สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความว่าสรุปตามข้อมูลที่ได้นับสนุนมา ว่าข้อสรุปใดเป็นจริง ข้อสรุปใดเป็นเท็จ และไม่สามารถสรุปตามข้อมูลที่ได้นับสนุนได้อย่างสมเหตุสมผล ดังภาพ 32 แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับน้อยในด้านทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล

จากสถานการณ์ดังกล่าว ให้พิจารณาและตัดสินข้อความแล้วใช้เหตุผลในการลงข้อสรุปนิรันย จงตอบอย่างละเอียดให้ครอบคลุมตรงประเด็นต่อไปนี้

1. ยาลดกรดชนิดที่มีส่วนประกอบของไฮดรอกไซด์มีปริมาณสารลดกรดในยาลดกรดมากที่สุด ให้นักเรียนสรุปนิรันยและมีข้อมูลหลักฐานอะไรมายืนยันข้อสรุปดังกล่าวให้มีความตรงตามมาอย่างน่าเชื่อถืออย่างมีเหตุผลและจะสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเลือกซื้อยาลดกรดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

1) 0.0001 เป็นผลคูณของค่าที่นำข้อมูลได้มากที่สุด สืบค้นมา โดย
 17. กำหนดกรด HCl ในน้ำฝนที่ฝน และ pH ที่กับตัวกระทำใดเกิน 11.5 ในน้ำฝนกรดดังกล่าว 2. ข้อใด ข้างกาย
 การกำหนดในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร/ลิตรปฏิบัติโดยที่กรดลดกรดแบบน้ำจะเพิกไปได้อีกและกรด
 กรดอื่น เมื่อได้ จะทำให้กรดเสริมจะลดลงกรดเดียวกัน ความหลังในผลิตภัณฑ์ยาวิ.ร. และใช้ จูนิวอเนล
 อินทรีย์เตอรัท ค่า pH ในน้ำฝนที่ฝน สรุปลงก็ไม่ได้ลงในใด

ภาพ 32 แสดงการตอบคำถามของนักเรียนที่ประเมินได้ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ระดับน้อยในด้านทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล

การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาตัดสินข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา ที่ได้จากการสืบค้น การทดลอง การรวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ เพื่อลงข้อสรุปขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสะท้อนได้จากข้อมูลที่ได้นเสนอข้างต้น

บทที่ 5

บทสรุป

การส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นวิจัยปฏิบัติการ ที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส และเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการศึกษาวิจัย เรื่อง การส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปผลวิจัยได้ ดังนี้

1. การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส โดยผู้เข้าร่วมการวิจัยคือ นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามโครงการพิเศษเน้นวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยี (SMAT) ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 31 คน สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จำนวน 3 แผน และแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ผลการศึกษา พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน โดยรายละเอียด มีดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงานและถามคำถาม เป็นการนำเข้าสู่ภาระงานในเรื่อง กรด-เบส ซึ่งเป็นงานที่ต้องการให้นักเรียนสร้างเข้าใจในสิ่งที่ศึกษาเพื่อแก้ปัญหาที่กำหนด โดยครูจะกระตุ้นความสนใจโดยยกตัวอย่างสถานการณ์จริงที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวัน และทบทวนความรู้เดิมโดยการถามคำถามจาก PowerPoint และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเตรียมความพร้อมในการเรียนรู้ในเรื่อง กรด-เบส ซึ่งจะช่วยสร้างความเข้าใจหรือแก้ปัญหาในเรื่อง กรด-เบส ที่กำหนด

โดยสื่อที่ใช้ต้องมีความหลากหลายเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจและอยากเรียนรู้มากขึ้น จากนั้นครูจะบูรณาการงานเพื่อให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบด้วยการถามคำถาม ซึ่งในการถามคำถามที่ดีจะนำไปสู่การตั้งสมมติฐานและการโต้แย้งได้ โดยกำหนดข้อคำถามในการสืบค้นไม่มากหรือน้อยเกินไป ควรปรับให้พอดีกับระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรม รวมถึงให้เวลานักเรียนในการตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบ และการเก็บรวบรวมข้อมูล ในขั้นนี้ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อทำการออกแบบวิธีการตรวจสอบ และเก็บรวบรวมข้อมูลที่วิเคราะห์จากคำถามหรือสถานการณ์ที่ครูกำหนด ซึ่งครูมีใบกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการศึกษาโดยมีวิธีการทดลองมาให้แล้วนั้น ครูจะให้ให้นักเรียนออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกผล จากนั้นครูตรวจสอบวิธีการออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลของนักเรียนอีกครั้ง พร้อมกับให้ข้อเสนอแนะและชี้แจงแนวทางในการหาคำตอบ วิธีนี้จะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางในการออกแบบวิธีเก็บรวบรวมข้อมูลในการสืบค้นที่ดี และทำให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีบทบาทในการช่วยกันแบ่งเนื้อหาในการสืบค้นได้ง่ายขึ้น อีกทั้ง ก่อนการทำการทดลองควรให้นักเรียนอ่านวิธีการทดลองให้ชัดเจนก่อนลงมือปฏิบัติ เพื่อที่นักเรียนจะได้ออกแบบการบันทึกผลและปฏิบัติการทดลองได้อย่างไม่ผิดพลาด รวมทั้งลดระยะเวลาในการสืบค้นและทดลอง

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ในขั้นนี้ครูจะแจกกระดาษปฐพีพให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเพื่อให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและจากการทดลองมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้ 1) ประเด็นปัญหาในคำถามขั้นที่ 1 2) หลักฐานข้อมูลเชิงประจักษ์พยานที่ได้จากการสืบค้นและจากการทดลอง 3) เหตุผลที่ใช้ในการอ้างอิงและสรุปสิ่งที่ได้จากการคาดคะเนในคำถามขั้นที่ 1 อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งข้อโต้แย้งดังกล่าวเป็นข้อโต้แย้งที่สร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับกิจกรรมการโต้แย้ง โดยกิจกรรมในขั้นนี้ส่งผลให้นักเรียนได้วิเคราะห์ แปลงข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น สังเกต ทดลอง หรือสำรวจตรวจสอบ แล้วนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ ตาราง รูปภาพ แผนภูมิ เป็นต้น และประเมินผลการตรวจสอบที่ได้ รวมถึงสามารถเลือกที่จะนำความรู้ หลักฐาน จากการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ มาตัดสินใจเลือกที่จะเชื่อหรือไม่เชื่อข้อกล่าวอ้างนั้นว่า ข้อกล่าวอ้างใดถูกต้อง ข้อกล่าวอ้างใดไม่ถูกต้อง โดยมีการอ้างอิงหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถืออย่างสมเหตุสมผล ซึ่งก่อนให้นักเรียนลงมือสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวนั้น ครูควรชี้แจงแนวทางการเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราวให้ชัดเจนก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนสามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง และควรให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเขียนเหตุผลในส่วนของการโต้แย้งชั่วคราวว่า หลักฐานที่นำมาใช้นั้นมีความเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างหรือ

คำถามอย่างไร ทำไมผลการทดลองที่ใช้เป็นหลักฐานจึงเป็นเช่นนี้ ควรอธิบายโดยใช้หลักการใดบ้างที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ครูควรควรกระตุ้นนักเรียนบ่อย ๆ และต้องคอยควบคุมนักเรียนด้วย อีกทั้งกิจกรรมในขั้นนี้ควรทำควบคู่กับกิจกรรมในขั้นที่ 2 เนื่องจากภายในกลุ่มมีนักเรียน 5-6 คน ซึ่งมีจำนวนที่มากพอที่จะแบ่งหน้าที่กันในการเตรียมการเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราวและการทำการทดลอง เพื่อช่วยลดปัญหาด้านเวลาให้ลดลงได้

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง ในขั้นนี้เป็นการโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อมูลการอภิปรายผลหรือข้อโต้แย้งชั่วคราว รวมถึงหลักฐานของคำตอบของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนที่ได้เขียนไว้ในกระดาษปฐพี ซึ่งกิจกรรมการโต้แย้งนั้นมี 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) ครูกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง 2) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอการอภิปรายข้อโต้แย้ง โดยกำหนดเวลาในการนำเสนอกลุ่มละ 5 นาที 3) นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ที่ร่วมฟังการนำเสนอมีการแสดงความคิดเห็นโดยการวิพากษ์โต้แย้งหรือยอมรับข้อมูลกลุ่มนี้นำเสนอ โดยกำหนดเวลาในการโต้แย้ง 2 นาทีต่อหนึ่งกลุ่ม เมื่อจบการนำเสนอครูควรกระตุ้นนักเรียนโดยการสุ่มจับสลากกลุ่มที่ทำการรับฟังให้แสดงความคิดเห็น วิพากษ์โต้แย้ง หรือยอมรับข้อมูลของกลุ่มที่ได้ฟัง โดยการจับสลากจะจับครั้งละ 2 กลุ่ม เพื่อลดระยะเวลาในการทำกิจกรรม และครูควรปรับให้มีการสืบค้นและศึกษาเนื้อหาพื้นฐานที่เรียนในขั้นที่ 1 ก่อนที่จะมีการโต้แย้ง รวมทั้งชี้แจงการแสดงความคิดเห็นที่เป็นการโต้แย้งก่อน นอกจากนี้ ครูได้แนะนำนักเรียนว่า เมื่อเพื่อนนำเสนอข้อคิดเห็นใด ๆ ต่อกลุ่มที่นำเสนอ สมาชิกในกลุ่มต้องจดบันทึกทุกความคิดเห็น เพื่อนำไปสู่แยกแยะว่า ข้อโต้แย้งใดเป็นข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หรือข้อโต้แย้งที่พิจารณาจากหลักฐานอื่น ๆ และครูต้องคอยเตือนให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมมือช่วยกันคิดคำตอบของข้อคำถามและข้อโต้แย้งไว้ล่วงหน้าก่อน และให้คะแนนกับผู้ที่เสนอข้อโต้แย้งเพื่อเป็นแรงจูงใจในการสร้างข้อโต้แย้ง รวมถึงให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการสร้างข้อโต้แย้งร่วมกัน โดยเมื่อนำเสนอเสร็จครูควรยกตัวอย่างว่า ข้อโต้แย้งนี้เป็นแบบไหน เพื่อให้ นักเรียนสามารถแยกแยะได้ถูกต้อง

ขั้นที่ 5 การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับในขั้นนี้ครูเป็นผู้ดำเนินการอภิปรายเกี่ยวกับกรด-เบส โดยมีนักเรียนร่วมอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและทดลอง จากนั้นครูได้สุ่มนักเรียนออกมาวิเคราะห์ผลข้อมูลต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ไปในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อันดับแรกเริ่มจากครูเลือกข้อมูลจากกลุ่มที่ได้นำเสนอมา 1 กลุ่มแล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูล และให้เหตุผลเป็นแบบอย่างแก่นักเรียนก่อน จากนั้นเลือกข้อมูลกลุ่มใหม่ แล้วให้นักเรียนที่ทำการสุ่มหรือนักเรียนทั้งห้องได้ร่วมกันวิเคราะห์หรืออภิปรายหลักฐานข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและจากการทดลอง การที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อมูลและสรุปช่วยให้

นักเรียนสามารถแปลความหมายของหลักฐานที่นำมาเสนอได้ และการที่ครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง และเป็นผู้นำที่ดีส่งผลให้นักเรียนสามารถหาเหตุผลจากการอภิปรายความเห็นที่เหมือนและต่างกันได้ ในระหว่างที่ครูกับนักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมในขั้นนี้ ครูได้นำเสนอแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา กรด-เบสที่ขาดหายไปด้วย อีกทั้งยกตัวอย่างของแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ เช่น แหล่งข้อมูล จากนักวิชาการที่ได้ทำการวิจัยมาแล้ว หรือจะเป็นแพทย์ที่มีความชำนาญเฉพาะทาง เป็นต้น จากนั้นครูให้นักเรียนประเมินผลการตรวจสอบที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมา แล้วร่วมกันสะท้อน เพื่อนำไปปรับปรุงการออกแบบในครั้งต่อไป ซึ่งนักเรียนได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี และก่อนจบ กิจกรรมในขั้นนี้ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนมา เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของ นักเรียนก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหาต่อไป

ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ ในขั้นนี้ครูแจกแบบฟอร์มรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานว่า ได้อะไรมากจากการเรียนรู้ใน ส่วนของการสำรวจตรวจสอบที่ได้รับมอบหมาย โดยรายงานผลการสำรวจตรวจสอบประกอบด้วย วัตถุประสงค์ ประเด็นปัญหา คำตอบที่คาดคะเน วิธีการสำรวจตรวจสอบ บันทึกผลการสำรวจ ตรวจสอบ (หลักฐาน/เหตุผล) ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวิธีการสำรวจตรวจสอบหรืออื่น ๆ เอกสารอ้างอิง โดยได้ทำการปรับเพื่อให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจในการเขียนที่ง่ายขึ้น เมื่อครูแจก แบบฟอร์มรายงานผลการสำรวจตรวจสอบแล้ว ครูได้ชี้แจงแนะแนวทางในการเขียน จากนั้นให้ นักเรียนลงมือเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยระหว่างการเขียนรายงานครูควรเข้าไปให้ คำแนะนำหรือชี้แนะแนวทางในการเขียน รวมถึงอธิบายให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องและชัดเจน โดยในวงจรแรกนี้ควรให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบร่วมกันทั้งห้องก่อน เพื่อให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ตรงกันและชัดเจนข้อสงสัยต่าง ๆ เมื่อนักเรียนได้ลงมือเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ทำให้นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่ได้จากสืบค้นหรือจากการทดลองให้อยู่ในรูป ของตาราง กราฟ เป็นต้น ซึ่งกิจกรรมในขั้นตอนนี้ทำให้นักเรียนได้ฝึกเขียนรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบถือว่าเป็นสิ่งที่ดี เพราะนักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะในด้านการเขียนนี้ โดยเฉพาะใน ส่วนของการสรุปและอภิปรายผล

ขั้นที่ 7 การตรวจสอบโดยเพื่อน ในขั้นนี้ครูได้รวบรวมรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ของนักเรียนแต่ละคนที่ได้ทำจากขั้นที่ 6 แล้วแจกกลับให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบบสุ่มแต่ไม่ใช่กลุ่ม เดียวกัน พร้อมกับแจกแบบประเมินและเกณฑ์การตรวจสอบรายงาน โดยครูได้แนะนำให้นักเรียน เสนอแนะข้อมูลย้อนกลับ เพื่อให้เพื่อนได้ปรับปรุงแก้ไขงานของตนเอง ซึ่งในการทำกิจกรรมขั้นนี้ เป็นครั้งแรกครูควรให้นักเรียนทำการประเมินร่วมกันทั้งห้องก่อน พร้อมกับชี้แจงถึงเกณฑ์การ

ประเมินการตรวจสอบรายงานให้นักเรียนเข้าใจ และลดข้อสงสัยในการตรวจสอบ อีกทั้งครูควรมีแนวคำตอบที่ถูกต้องของรายงานการสำรวจตรวจสอบในเรื่องนั้น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้เป็นเกณฑ์การตรวจรายงานของนักเรียน

ขั้นที่ 8 การปรับปรุงและส่งรายงาน ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้รับรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของตนเองคืนแล้ว ให้เจ้าของรายงานผลการสำรวจตรวจสอบพิจารณาผลการประเมินจากเพื่อน แล้วทำการแก้ไขหรือปรับปรุงตามคำแนะนำของเพื่อน จากนั้น ครูจะเป็นผู้ประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นลำดับสุดท้าย กิจกรรมในขั้นนี้ทำให้นักเรียนเห็นถึงข้อบกพร่องจากสิ่งที่เพื่อนสะท้อนมาเพื่อใช้ในการปรับปรุงแก้ไขงานของตนเอง

2. การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ชิ้นงานโต้แย้งชั่วคราว และแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์

ผลการศึกษา พบว่า ผลความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของแต่ละวงจรปฏิบัติการมีการพัฒนาขึ้นอย่างเป็นลำดับ จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 โดยด้านที่มีการพัฒนามากที่สุด คือ ด้านทักษะการนิยาม และหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับมาก คือ ด้านทักษะการนิยามสูงสุด รองลงมา คือ ด้านทักษะการตัดสินใจ และด้านทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัย เรื่อง การส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 5 นั้นได้ทำปฏิบัติการวิจัยด้วยรูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom - Action Research) 3 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งแต่ละวงจรประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) โดยผู้วิจัยได้นำการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของ Victor Sampson (2014) โดยพิจารณาแล้วว่ามีสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในบริบทสถานศึกษาที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา มากที่สุด อย่างไรก็ตาม เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงสุดและเหมาะสมกับบริบทการสอน เรื่อง กรด-เบสจึงต้องมีการปรับปรุงรายละเอียดในกระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงานและความคำถาม เป็นการนำเข้าสู่ภาระงานในเรื่อง กรด-เบส ซึ่งเป็นงานที่ต้องการให้นักเรียนสร้างเข้าใจในสิ่งที่ศึกษาเพื่อแก้ปัญหาที่กำหนด โดยครูจะกระตุ้นความสนใจโดยยกตัวอย่างสถานการณ์จริงที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวัน และผู้วิจัยได้ทบทวนความรู้เดิมโดยการถามคำถามจาก PowerPoint ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเตรียมความพร้อมในการเรียนรู้ในเนื้อหากรด-เบส ซึ่งจะช่วยสร้างความเข้าใจหรือแก้ปัญหาในเรื่อง กรด-เบส ที่กำหนด โดยสื่อที่ใช้ต้องมีความหลากหลายเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจและอยากเรียนรู้มาก สอดคล้องกับ ชัยยนต์ ศรีเชียงหา (2553) ที่กล่าวว่า ครูผู้สอนจะต้องเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่แตกต่างกันออกไป เช่น รูปภาพ แบบจำลอง คลิปวิดีโอ ภาพเคลื่อนไหว การทดลอง เป็นต้น เพราะสื่อเหล่านี้จะให้นักเรียนเห็นภาพและเข้าใจแนวคิดทางเคมีได้ง่ายขึ้น และทำให้นักเรียนสนใจกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น จากนั้น ครูระบุภาระงานเพื่อให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบด้วยการถามคำถาม ซึ่งในการถามคำถามที่ดีจะนำไปสู่การตั้งสมมติฐานและการโต้แย้งได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Walker and Sampson (2013, p.565) ที่กล่าวว่า การที่ครูตั้งคำถามที่ดี และใช้สื่อที่เหมาะสมในการระบุสถานการณ์ และเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียนนั้นจะช่วยให้ให้นักเรียนเกิดความสนใจในการสืบเสาะหาหลักฐานและสร้างข้อโต้แย้ง ซึ่งจะนำมาสู่การลงข้อสรุปที่ถูกต้องและเหมาะสมในขั้นถัดไปได้ โดยกำหนดข้อคำถามในการสืบค้นไม่มากหรือน้อยเกินไป ควรปรับให้พอดีกับระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรม รวมถึงให้เวลานักเรียนในการตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบ และการเก็บรวบรวมข้อมูล ในขั้นนี้ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อทำการออกแบบวิธีการตรวจสอบ และเก็บรวบรวมข้อมูลที่วิเคราะห์จากคำถามหรือสถานการณ์ที่ครูกำหนด ซึ่งครูมีก็นำไปกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการศึกษาโดยมีวิธีการทดลองมาให้แล้วนั้น ครูจะให้นักเรียนออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกผล จากนั้นครูตรวจสอบวิธีการออกแบบการเก็บรวบรวม

ข้อมูลของนักเรียนอีกครั้ง พร้อมกับให้ข้อเสนอแนะและชี้แจงแนวทางในการหาคำตอบ วิธีนี้จะช่วยให้ นักเรียนมีแนวทางในการออกแบบวิธีเก็บรวบรวมข้อมูลในการสืบค้นที่ดี และทำให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีบทบาทในการช่วยกันแบ่งเนื้อหาในการสืบค้นได้ง่ายขึ้น ซึ่งมีความสอดคล้องกับ Sampson, Grooms, & Walker (2011, p. 219) ที่ให้ข้อเสนอว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มจะช่วยในการเรียนรู้วิธีการออกแบบเพื่อเก็บข้อมูล การสำรวจตรวจสอบ และจากการวิจัยพบว่า ก่อนการทำการทดลองควรให้นักเรียนอ่านวิธีการทดลองให้ชัดเจนก่อนลงมือปฏิบัติ เพื่อที่นักเรียนจะได้ออกแบบการบันทึกผลและปฏิบัติการทดลองได้อย่างไม่ผิดพลาด รวมทั้งลดระยะเวลาในการสืบค้นและทดลอง

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ในขั้นนี้ครูจะแจกกระดาษปฐพีให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเพื่อให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและจากการทดลองมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้ 1) ประเด็นปัญหาในคำถามที่นำที่ 1 2) หลักฐานข้อมูลเชิงประจักษ์พยานที่ได้จากการสืบค้นและจากการทดลอง 3) เหตุผลที่ใช้ในการอ้างอิงและสรุปสิ่งที่ได้จากการคาดคะเนในคำถามที่นำขั้นที่ 1 อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งข้อโต้แย้งดังกล่าวเป็นข้อโต้แย้งที่สร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับกิจกรรมการโต้แย้ง โดยกิจกรรมในขั้นนี้ส่งผลให้นักเรียนได้วิเคราะห์ แปลงข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น สังเกต ทดลอง หรือสำรวจตรวจสอบ แล้วนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ ตาราง รูปภาพ แผนภูมิ เป็นต้น และประเมินผลการตรวจสอบที่ได้ รวมถึงสามารถเลือกที่จะนำความรู้ หลักฐาน จากการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ มาตัดสินใจเลือกที่จะเชื่อหรือไม่เชื่อข้อกล่าวอ้างนั้นว่า ข้อกล่าวอ้างใดถูกต้อง ข้อกล่าวอ้างใดไม่ถูกต้อง โดยมีการอ้างอิงหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถืออย่างสมเหตุสมผล ซึ่งสอดคล้องกับ Walker, & Sampson (2013, pp. 563-565) ที่กล่าวว่า การแปลความข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้จากการทดลอง หรือจากการสืบค้นข้อมูล ซึ่งเมื่อพิจารณาสิ่งเหล่านี้แล้ว พบว่า ขั้นนี้สามารถพัฒนานักเรียนให้สามารถแปลงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบการนำเสนออื่น ๆ วิเคราะห์และตีความข้อมูลเพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ระบุหลักฐานและการให้เหตุผลจากตำราวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งก่อนให้นักเรียนลงมือสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวนั้น ครูควรชี้แจงแนวการเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราวให้ชัดเจนก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนสามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง และครูควรให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเขียนเหตุผลในส่วนของการโต้แย้งชั่วคราวว่า หลักฐานที่นำมานั้นมีความเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างหรือคำถามอย่างไร ทำไมผลการทดลองที่ใช้เป็นหลักฐานจึงเป็นเช่นนี้ ควรอธิบายโดยใช้หลักการใดบ้างที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ครูควรควรกระตุ้นนักเรียนบ่อย ๆ และต้องคอยควบคุมนักเรียนด้วย อีกทั้งกิจกรรมในขั้นนี้ควรทำควบคู่กับ

กิจกรรมในขั้นที่ 2 เนื่องจากภายในกลุ่มมีนักเรียน 5-6 คน ซึ่งมีจำนวนที่มากพอที่จะแบ่งหน้าที่กัน ในการเตรียมการเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราวและการทำงานทดลอง เพื่อช่วยลดปัญหาด้านเวลาให้ ลดลงได้

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง ในขั้นนี้เป็นการโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อมูลการอภิปรายผลหรือข้อโต้แย้งชั่วคราว รวมถึงหลักฐานของคำตอบของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนที่ได้เขียนไว้ในกระดาษปฐพี ซึ่งกิจกรรมการโต้แย้งนั้นมี 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) ครูกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง 2) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอการอภิปรายข้อโต้แย้ง โดยกำหนดเวลาในการนำเสนอกลุ่มละ 5 นาที 3) นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ที่ร่วมฟังการนำเสนอมีการแสดงความคิดเห็นโดยการวิพากษ์โต้แย้งหรือยอมรับข้อมูลกลุ่มนี้นำเสนอ โดยกำหนดเวลาในการโต้แย้ง 2 นาทีต่อหนึ่งกลุ่ม เมื่อจบการนำเสนอครูควรกระตุ้นนักเรียนโดยการสุ่มจับสลากกลุ่มที่ทำการรับฟังให้แสดงความคิดเห็น วิพากษ์ โต้แย้ง หรือยอมรับข้อมูลของกลุ่มที่ได้ฟัง โดยการจับสลากจะจับครั้งละ 2 กลุ่ม เพื่อลดระยะเวลาในการทำกิจกรรม และครูควรปรับให้มีการสืบค้นและศึกษาเนื้อหาพื้นฐานที่เรียนในขั้นที่ 1 ก่อนที่จะมีการโต้แย้ง รวมทั้งชี้แจงการแสดงความคิดเห็นที่เป็นการโต้แย้งก่อน นอกจากนี้ ครูได้แนะนำนักเรียนว่า เมื่อเพื่อนนำเสนอข้อคิดเห็นใด ๆ ต่อกลุ่มที่นำเสนอ สมาชิกในกลุ่มต้องจดบันทึกทุกความคิดเห็น เพื่อนำไปสู่แยกแยะว่าข้อโต้แย้งใดเป็นข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หรือข้อโต้แย้งที่พิจารณาจากหลักฐานอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ Sampson, Grooms, & Walker (2009, p. 44) ที่กล่าวว่า กิจกรรมนี้ทำให้นักเรียนได้แยกแยะว่าข้อโต้แย้งใดเป็นข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หรือข้อโต้แย้งที่พิจารณาจากหลักฐานอื่น ๆ และได้คัดเลือกข้อโต้แย้งที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงข้อสรุปที่ถูกต้อง และครูต้องคอยเตือนให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมมือช่วยกันคิดคำตอบของข้อคำถามและข้อโต้แย้งไว้ล่วงหน้าก่อน และให้คะแนนกับผู้ที่เสนอข้อโต้แย้งเพื่อเป็นแรงจูงใจในการสร้างข้อโต้แย้ง รวมถึงให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการสร้างข้อโต้แย้งร่วมกัน โดยเมื่อนำเสนอเสร็จครูควรยกตัวอย่างว่า ข้อโต้แย้งนี้เป็นแบบไหน เพื่อให้ นักเรียนสามารถแยกแยะได้ถูกต้อง

ขั้นที่ 5 การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ ในขั้นนี้ครูเป็นผู้นำในการอภิปรายเกี่ยวกับกรด-เบส โดยมีนักเรียนร่วมอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและทดลอง จากนั้นครูได้สุ่มนักเรียนออกมาวิเคราะห์ผลข้อมูลต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ไปในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อันดับแรกเริ่มจากครูเลือกข้อมูลจากกลุ่มที่ได้นำเสนอมา 1 กลุ่มแล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูล และให้เหตุผลเป็นแบบอย่างแก่นักเรียนก่อน จากนั้นเลือกข้อมูลกลุ่มใหม่ แล้วให้นักเรียนที่ทำการสุ่มหรือนักเรียนทั้งห้องได้ร่วมกันวิเคราะห์หรืออภิปรายหลักฐานข้อมูล

ที่ได้จากการสืบค้นและจากการทดลอง การที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อมูลและสรุปช่วยให้นักเรียนสามารถแปลความหมายของหลักฐานที่นำมาเสนอได้ และการที่ครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางและเป็นผู้นำที่ดีส่งผลให้นักเรียนสามารถหาเหตุผลจากการอภิปรายความเห็นที่เหมือนและต่างกันได้ ในระหว่างที่ครูกับนักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมในขั้นนี้ ครูได้นำเสนอแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหากรด-เบสที่ขาดหายไปด้วย อีกทั้งยกตัวอย่างของแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ เช่น แหล่งข้อมูลจากนักวิชาการที่ได้ทำการวิจัยมาแล้ว หรือจะเป็นแพทย์ที่มีความชำนาญเฉพาะทาง เป็นต้น จากนั้นครูให้นักเรียนประเมินผลการตรวจสอบที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมา แล้วร่วมกันสะท้อนเพื่อนำไปปรับปรุงการออกแบบในครั้งต่อไป ซึ่งนักเรียนได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี และก่อนจบกิจกรรมในขั้นนี้ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนมา เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหาต่อไป

ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ ในขั้นนี้ครูแจกแบบฟอร์มรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานว่าได้อะไรจากการเรียนรู้ในส่วนของผลการสำรวจตรวจสอบที่ได้รับมอบหมาย โดยรายงานผลการสำรวจตรวจสอบประกอบด้วยวัตถุประสงค์ ประเด็นปัญหา คำตอบที่คาดคะเน วิธีการสำรวจตรวจสอบ บันทึกผลการสำรวจตรวจสอบ (หลักฐาน/เหตุผล) ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวิธีการสำรวจตรวจสอบหรืออื่น ๆ เอกสารอ้างอิง โดยได้ทำการปรับเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการเขียนที่ง่ายขึ้น เมื่อครูแจกแบบฟอร์มรายงานผลการสำรวจตรวจสอบแล้ว ครูได้ชี้แจงแนะแนวทางในการเขียน จากนั้นให้นักเรียนลงมือเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยระหว่างการเขียนรายงานครูควรเข้าไปให้คำแนะนำหรือชี้แนะแนวทางในการเขียน รวมถึงอธิบายให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องและชัดเจน โดยในวงจรแรกนี้ควรให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบร่วมกันทั้งห้องก่อน เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ตรงกันและชัดเจนของสัยต่าง ๆ เมื่อนักเรียนได้ลงมือเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ทำให้นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่ได้จากสืบค้นหรือจากการทดลองให้อยู่ในรูปแบบของตาราง กราฟ เป็นต้น ซึ่งกิจกรรมในขั้นตอนนี้ทำให้นักเรียนได้ฝึกเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบถือว่าเป็นสิ่งที่ดี เพราะนักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะในด้านการเขียนนี้ โดยเฉพาะในส่วนของสรุปและอภิปรายผล

ขั้นที่ 7 การตรวจสอบโดยเพื่อน ในขั้นนี้ครูได้รวบรวมรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียนแต่ละคนที่ได้ทำจากขั้นที่ 6 แล้วแจกกลับให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบบสุ่มแต่ไม่ใช่กลุ่มเดียวกัน พร้อมกับแจกแบบประเมินและเกณฑ์การตรวจสอบรายงาน โดยครูได้แนะนำให้นักเรียนเสนอแนะข้อมูลย้อนกลับ เพื่อให้เพื่อนได้ปรับปรุงแก้ไขงานของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ Sampson,

& Gleim (2009, p. 468) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนได้ตรวจสอบและประเมินรายงานของเพื่อนจะ ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนใช้มาตรฐานที่เหมาะสมในการประเมินคุณภาพของรายงาน ซึ่งในการทำ กิจกรรมขั้นนี้เป็นครั้งแรกครูควรให้นักเรียนทำการประเมินร่วมกันทั้งห้องก่อน พร้อมกับชี้แจงถึง เกณฑ์การประเมินการตรวจสอบรายงานให้นักเรียนเข้าใจ และลดข้อสงสัยในการตรวจสอบ อีกทั้ง ครูควรมีแนวคำตอบที่ถูกต้องของรายงานการสำรวจตรวจสอบในเรื่องนั้น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการ ใช้เป็นเกณฑ์การตรวจรายงานของนักเรียน

ขั้นที่ 8 การปรับปรุงและส่งรายงาน ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้รับรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบของตนเองคืนแล้ว ให้เจ้าของรายงานผลการสำรวจตรวจสอบพิจารณาผลการประเมิน จากเพื่อน แล้วทำการแก้ไขหรือปรับปรุงตามคำแนะนำของเพื่อน จากนั้น ครูจะเป็นผู้ประเมิน รายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นลำดับสุดท้าย กิจกรรมในขั้นนี้ทำให้นักเรียนเห็นถึงข้อบกพร่อง จากสิ่งที่เพื่อนสะท้อนมาเพื่อใช้ในการปรับปรุงแก้ไขงานของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ Sampson, Groom, & Walker (2009, p. 47) ที่กล่าวว่า การปรับปรุงรายงานเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการ เรียนรู้ ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการพัฒนากการเขียนบนพื้นฐานของข้อมูลเพื่อสร้างผลงาน สุดท้ายให้ได้คุณภาพสูงสุด

2. ผลของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ ได้แย่ง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ระหว่างการ จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการได้แย่งของแต่ละวงจรปฏิบัติการมี การพัฒนาขึ้นอย่างเป็นลำดับ จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 โดยด้านที่มีการพัฒนามากที่สุด คือ ด้านทักษะการนิยาม พบว่า จากในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียน ร้อยละ 25.81 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 77.42 และหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการได้แย่ง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับมาก คือ ด้านทักษะการนิยามสูงที่สุด ร้อยละ 77.42 รองลงมา คือ ด้านทักษะการตัดสินใจและสรุปอย่างสมเหตุสมผล ร้อยละ 67.74 และ 61.29 ตามลำดับ สอดคล้องกับ Hodson (2008) ที่กล่าวว่า นักเรียนจำเป็นต้องมีความเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่จะต้องมีความสามารถในการสนับสนุนคำอธิบาย ข้อสรุปหรือข้อ กล่าวอ้าง อื่น ๆ ของตนเองด้วยหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสมว่าความรู้วิทยาศาสตร์นั้นเป็นจริง สะท้อนให้ เห็นว่านักเรียนมีโอกาสฝึกการตัดสินใจใน การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ จึงอาจทำให้นักเรียนได้

เรียนรู้และพัฒนาคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิด เชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยแต่ละด้านทักษะสามารถสรุปและอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ทักษะการนิยาม นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 77.42 สามารถพิจารณาและระบุปัญหาในการคิดและสามารถนำเสนอประเด็นปัญหาได้อย่างชัดเจน และสามารถพิจารณาและตัดสินใจให้เหตุผลที่จะนำมาสนับสนุนในประเด็นที่ได้นิยามไว้ได้ โดยเขียนแสดงให้เห็นเหตุผลนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่จริง อีกทั้งสามารถตั้งคำถามให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดมาได้ ได้ สอดคล้องกับ กุลยา ตันติผลาชีวะ (2551) ที่พบว่า การนำสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความตื่นตัว สนงสัยใคร่รู้ สามารถนำไปสู่การสร้างประเด็นปัญหาจากการศึกษาค้นคว้าหรือการทดลอง ในขณะที่จะมีนักเรียนร้อยละ 16.13 ไม่สามารถสร้างคำถามโต้แย้งให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดมาได้ และมีนักเรียนส่วนน้อยร้อยละ 6.45 ที่ไม่สามารถให้เหตุผลในการสนับสนุนประเด็นที่ได้นิยามไว้ และไม่สามารสร้างคำถามโต้แย้งให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดมาได้

2. ทักษะการตัดสินใจข้อมูล นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 67.74 สามารถพิจารณาและตัดสินใจข้อมูลเท็จ ข้อมูลจริงของหลักฐานพร้อมกับอธิบายและยกตัวอย่างข้อมูลหลักฐานที่มาจากแหล่งข้อมูลที่ต้องชัดเจนเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับได้ อีกทั้งสามารถพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลหลักฐานกับปัญหานั้นว่าน่าเชื่อถือหรือไม่ พร้อมบอกเหตุผลสนับสนุนอย่างชัดเจน สอดคล้องกับ Sampson, Groom, & Walker (2009, p. 44) ที่กล่าวว่า เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนจะเกิดการพัฒนาความเข้าใจพื้นฐานของทักษะการโต้แย้งที่สูงขึ้น ซึ่งนำไปสู่การตัดสินใจว่า ถ้าหากหลักฐานมีหลากหลาย มีความเที่ยงตรง มีนัยสำคัญ และเพียงพอจะนำไปส่งเสริมข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างได้ชัดเจนมากขึ้น และการที่นักเรียนได้ประเมินทางเลือกของตนเอง และกำจัดความคาดคะเนของตน หรือข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่พอดีกับข้อมูลที่มีอยู่ จะส่งผลทำให้การตัดสินใจนั้นไปสู่การสรุปได้ดีขึ้น (Kuhn, & Reiser, 2005; Sampson, & Clark, 2009 อ้างถึงใน จิราวัฒน์ แสงศร, 2559, หน้า 170) ในขณะที่จะมีนักเรียนร้อยละ 22.58 ไม่สามารถยกตัวอย่างข้อมูลหลักฐานที่เป็นข้อมูลเท็จและข้อมูลจริงได้ และมีนักเรียนส่วนน้อยร้อยละ 9.68 ที่ไม่สามารถยกตัวอย่างข้อมูลหลักฐานที่เป็นข้อมูลเท็จและข้อมูลจริง และไม่สามารถพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลได้

3. ทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 61.29 สามารถพิจารณาและตัดสินใจข้อความว่าสรุปตามข้อมูลที่ได้สนับสนุนมา ว่าข้อสรุป

ใดเป็นจริง ข้อสรุปใดเป็นเท็จ และยกตัวอย่างข้อมูลที่สรุปมาพร้อมเหตุผลในการสนับสนุนคำตอบที่สมเหตุสมผล โดยใช้ข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มี ความน่าเชื่อถือได้ สอดคล้องกับ ภัทรารวรรณ ไชยมงคล (2559) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะด้วยกลวิธีการ ได้แย่งมีขั้นตอนในการฝึกให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเอื้อต่อการฝึกคิดอย่างมี เหตุผล เพราะนักเรียนต้องสร้างข้อกล่าวอ้างที่มีหลักฐานยืนยันและมีการให้เหตุผลประกอบ นอกจากนี้ในกิจกรรมการโต้แย้งและการตรวจสอบโดยเพื่อน พบว่า นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ต่อข้อสรุปของเพื่อนอย่างมีเหตุผล ซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถลงข้อสรุปโดยใช้หลักฐานได้ อย่างสมเหตุสมผล ในขณะที่จะมีนักเรียนร้อยละ 25.81 ไม่สามารถสรุปตามข้อมูลที่สนับสนุนได้ อย่างสมเหตุสมผล และมีนักเรียนส่วนน้อยร้อยละ 12.90 ที่ไม่สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความ ว่าสรุปตามข้อมูลที่สนับสนุนมา ว่าข้อสรุปใดเป็นจริง ข้อสรุปใดเป็นเท็จ และไม่สามารถสรุป ตามข้อมูลที่สนับสนุนได้อย่างสมเหตุสมผล

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยและการ จัดการเรียนรู้ต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งควรเลือกเนื้อหาที่ มีความเหมาะสมต่อการตรวจสอบและการโต้แย้ง เช่น สถานการณ์หรือข่าวที่ยังหาข้อสรุปไม่ได้

1.2 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งในชั้นกิจกรรมการโต้แย้ง ครูควรชี้แนะแนวทางในการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลแบบนักวิทยาศาสตร์ โดยการแนะนำให้นักเรียนโต้แย้งบนพื้นฐานของการใช้เหตุผลและใช้หลักฐานเชิงประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงควรแสดงการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลแบบนักวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นตัวอย่างให้กับนักเรียนได้ แสดงพฤติกรรมการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลสอดคล้องกับการเป็นผู้มีความสามารถในการคิดเชิง วิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การทำวิจัยครั้งต่อไปควรทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา เนื่องจากผู้วิจัยพบว่านักเรียนเกิดการ พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาจากการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น นักเรียนมีการกำหนดทางเลือก ในการแก้ปัญหาและสามารถลงมือทำตามแผนที่วางไว้ได้ เป็นต้น

2.2 เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ และผู้วิจัยมีความจำเพาะเจาะจง
ดังนั้นในการนำรูปการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งนี้ไปใช้จึงควรปรับ
รูปแบบกิจกรรมและขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งให้
สอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมาย บริบท และเนื้อหาที่สอน





บรรณานุกรม

- กุลยา ตันติผลลาชีวะ. (2551). การเล่านิทาน. *วารสารการศึกษาปฐมวัย*, 2(2), 10-19.
- กุศลลิน มุสิกกุล. (2550). การเรียนการสอนโดยใช้ Scientific Inquiry. *นิตยสาร สสวท.*, 35(149), 36-38.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2545). *การคิดเชิงวิพากษ์*. กรุงเทพฯ: ชัดเชส มีเดีย.
- จินตนา ต้นสุวรรณนนท์. (2560). คิดเป็น เห็นต่าง สร้างสรรค์ เท่าทันสื่อ ยึดถือคุณธรรม :
คุณลักษณะ และทักษะสำคัญในยุคศตวรรษที่ 21 สำหรับเยาวชนไทย.
วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสุราษฎร์ธานี, 4(2), 1-20.
- จิรารัตน์ แสงศร. (2559). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ
ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ด้วยการจัดการเรียนรู้
ที่ใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5. *วารสารวิทยบริการ*, 28(3), 14-26.
- ชาติรี เกิดธรรม. (2545). *เทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนา
พานิช.
- ทิตนา แคมมณี. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมนเนจเม้นท์.
- ทิตนา แคมมณี. (2557). *ศาสตร์การสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย. (2539). *ระเบียบวิธีวิจัย*. พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- นิพนธ์ วงศ์เกษม. (2534). *ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสนใจ
ในอาชีพของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดดอนตูม จังหวัดราชบุรี
(วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุษกร คำคง. (2542). *ปัจจัยบางประการที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิจารณ์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6, มัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 6
ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

- ปรมาภรณ์ อนุพันธ์. (2544). การพัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันแบบ
สืบสวนสอบสวน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น (วิทยานิพนธ์
ปริญญาามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- ประมวล ศิริพันธ์แก้ว. (2541). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง
การเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สสวท.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2549). หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์. มหาสารคาม: ภาควิชาหลักสูตร
และการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ผดุงยศ ดวงมาลา. (2530). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา (ฉบับปรับปรุง). ปัตตานี:
ภาควิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์. (2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการรูปแบบการสืบ
สอบแบบโต้แย้งและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อเสริมสร้าง
สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.
(วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ(ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553. (2553, 22 กรกฎาคม).
ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 127 (ตอนที่ 45 ก), หน้า 1-3.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิค
การสอน 1. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นต์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียรวิทย์ ยินดีสุข. (2548). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิษณุโลกพิทยาคม. (2542). หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม พ.ศ. 2552 ตาม
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551. พิษณุโลก: โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม.
- ภาวิณี คุ้มเพียรพงษ์. (2552). พฤติกรรมการทายากันยุ่งของผู้ป่วยช็อคกุนยา จังหวัดนราธิวาส.
(วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ภูธร สุคันธวิช. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริงด้วยวิธีการทางประวัติศาสตร์ที่
ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.
(วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- มลิวัดย์ สมศักดิ์. (2540). รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน
ขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

- วรรณพงษ์ สุทธิเวสน์วรากุล. (2559). การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการสืบเสาะแบบโต้แย้ง เรื่อง การวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วรัญญา จำปามูล. (2555). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วราภรณ์ สืบสหาภรณ์. (2545). วิธีคิดเชิงวิพากษ์: คิดอย่างมีวิจารณญาณ. กรุงเทพฯ: เอ็กสเปอร์เน็ท.
- วารินทร์ แก้ววูไร. (2543). เอกสารประกอบการสอนวิชาหลักสูตรและการสอนสาขาวิชาเฉพาะ (เคมี). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). คู่มือการวัดผลประเมินผล วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่ม วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 1. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- สันติชัย อนุวรชัย. (2553). ผลของการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอน สืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงาน ก.พ. (2556). รายงานผลสรุปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้บริหารภาครัฐ. กรุงเทพฯ: โครงการพัฒนาประสิทธิภาพด้านการบริหารจัดการแก่ผู้บริหารระดับสูงภาครัฐ. สำนักงาน ก.พ.
- สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21. เพชรบูรณ์: จุลติสการพิมพ์.

- สุคนธ์ สิ้นธพานนท์. (2544). *การจัดกระบวนการเรียนรู้: เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2545). *ทฤษฎีการออกแบบการสอนในกระบวนการทัศน์ใหม่*. ขอนแก่น: ภาควิชา เทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น,
- สุรางค์ โค้วตระกูล. (2550). *จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2553). *กลยุทธ์การสอนคิดเชิงวิพากษ์ (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- ไสว พักขาว. (2644). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: เอมพันธ์.
- อาจารย์ สุวัฒน์พงษ์. (2559). การบริหารวิชาการเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษา. *วารสาร ครุศาสตร์*, 44(4), 280-293.
- อานันท์ กาญจนพันธ์. (2545). *เส้นผมบังภูเขา: ความคิดสามัญเชิงวิพากษ์*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาการเมือง.
- Bassham. (2001). *Critical thinking*. New York: McGraw-Hill.
- Bayer, B.K. (1985). Critical thinking what is it?. *Social Education*, 49(4), 19-25.
- Berland, L.K., & Reiser, B.J. (2008). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(1), 26-55.
- Berland, L.K., & Reiser, B.J. (2011). Classroom communities' adaptations of the practice of scientific argumentation, *Science Education*, 95, 191-216.
- Bricker, L.A., & Bell, P. (2008). Conceptualization of argumentation from science studies and the learning science and their implications for the practices of science education. *Science Education*, 92, 473-498.
- Claire McInerney. (2002). Knowledge management and the dynamic nature of knowledge. *Journal of the American society for information science and technology*, 53(12), 1009-1018.
- Dawson, V.M., & Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issue in high school genetics. *Research in Science Education*, 40, 133-148.
- Dressel, P.L., & Mayhew, L.B. (1957). *General education: Explorations in evaluation* (2nd. ed.). Washington, D.C.: American Council on Education.

- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-321.
- Ennis, R.H. (1985). A logical basic for measuring critical thinking skills, *Educational Leadership*, 43(2), 45-48.
- Ennis, R.H. (1989). Critical thinking subject specificity: Clarification and needed research. *Education Researcher*, 18, 4-10.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933.
- Facione. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction*. N.P.: The California Academic Press.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548-554.
- Gilbert, J.K. (2006). On the nature of context in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28(1), 957-976.
- Good, C.V. (1973). *Dictionary of education* (3rd. ed.). New York: McGraw-Hill.
- Hodson, D. (2008). *Towards scientific literacy: A teachers' guide to the history, philosophy and sociology of science*. N.P.: Brill Sense.
- Hudgins, B.B. (1988). Children's self-directed critical thinking, *Journal of Education Research*, 81(1), 262-273.
- Jimenez-Alexandre, M.P., & Erduran, S. (2007). *Argumentation in science education: Perspective from classroom-based research*. Dordrecht, NL: Springer.
- Koisto, S.D., & Ratcliffe, M. (2007). Social aspects of argumentation. In M.P. Jimenez-Alexandre, & S. Erduran (Eds.), *Argumentation in science education: Perspective from classroom-based research* (p. 117-136). Dordrecht, NL: Springer.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77, 319-337.

- Kuhn, D., & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Development*, 74(5), 1245-1260.
- Moore, & Parker, (1986). *Critical thinking*. Palo Alto, Calif: Mayfield.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy.
- National Research Council. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grade K-8*. Washington, DC: National Academies.
- Niedringhaus, L.K. (2001). Using student writing assignments to assess critical thinking skills. *Holist Nurs Pract*, 15(3), 9-17.
- Osborne, J. F., & Collins, S. (2000). *Pupils' and parents' view of the school science curriculum*. London: King's College London.
- Paul, R. , & Elder, L. (2006). *The art of socratic questioning*. Dillon Beach, CA: Foundation for Critical Thinking.
- Quellmalz, Edys. Need. (1985). *Better method for testing higher order thinking skill*. *Education Leadership*, 43(10), 111-153.
- Sampson, et al. (2014). *The 8 stages of ADI*. Retrieved August 15, 2018, from <https://argumentdriveninquiry.com/instructional-model>.
- Sampson, V., & Clark, D.V. (2009). The impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. *Science Education*, 93, 448-484.
- Sampson, V., Grooms, J. (2010). Generate an argument: An instructional model. *Science Teacher*, 77(5), 32-37.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. (2009). Argument-driven inquiry. *The Science Teacher*, 76(8), 42-47.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J.P. (2011). 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.
- Sparks, M.A. (2013). *Theoretical Model of Nurse Outcomes: Associations among Nurse Characteristics, Psychological Empowerment, Quality of Work life, and RN Job Satisfaction* (Doctoral dissertation). Virginia: West Virginia University.

- Stark, R., Puhl, T., & 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.
- Toulmin, S. (2003). *The uses of argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Van, E.F.H. (1995). A world of difference: The rich state of argumentation theory. *Informal Logic*, 17(2), 144-158.
- Van, E.F.H., & Grootendorst, R. (2004). *A systematic theory of argumentation: The pragma-dialectic approach*. Cambridge, England: Cambridge University.
- Walker, et al., (2010). Argument-driven inquiry: An instructional model for use in undergraduate chemistry labs. *In Paper presented at the 2010 International Conference of the National Association of Research in Science Teaching (NARST)*. Philadelphia, PA: n.p.
- Walker, J. P., & Sampson, V. (2013). Learning to argue and arguing to learn: Argument-driven inquiry as a way to help undergraduate chemistry students learn how to construct arguments and engage in argumentation during a laboratory course. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(5), 561-596.
- Walker, J.P., Sampson, V., Grooms, J., Anderson, B., & Zimmerman, C.O. (2012). Argument-driven inquiry in undergraduate chemistry labs: The impact on student's conceptual understanding, argument skills, and attitudes toward science. *Journal of College Science Teaching*, 41(4), 74-81
- Walker, J.P., Sampson, V., Grooms, J., Anderson, B., & Zimmerman, C. O. (2012). Argument-driven inquiry in undergraduate chemistry labs: The impact on student's conceptual understanding, argument skills, and attitudes toward science. *Journal of College Science Teaching*, 41(4), 74-81.
- Watson, & Glaser. (1980). *Critical thinking appraisal manual*. New York: Harcourt, Brace and World.
- Woolfolk, A.E. (1993). *Educational psychology*. Boston, Massachusetts: Allyn and Bacon.



ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภารัตน์ เชื้อขวด ชัยสิทธิ์
อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
จังหวัดพิษณุโลก
2. ดร.สุริยา ชานู
อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
จังหวัดพิษณุโลก
3. นางพิกุล คำภีระปวงค์
ครูชำนาญการ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมี
โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม



ภาคผนวก ข ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ
โต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน

3. ชิ้นงานข้อโต้แย้งชั่วคราว

4. แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

5. แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รหัสวิชา ว 30223 ชื่อรายวิชา เคมี 3 ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 กรด-เบส เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวนเวลาที่สอน 4 ชั่วโมง
 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม ผู้สอน นางสาวธัญกมล ศักดิ์สูง

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเติมกรดหรือเบสลงในระบบบัฟเฟอร์ เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาการควบคุม pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเติมกรดหรือเบสลงในระบบบัฟเฟอร์ได้
2. นักเรียนสามารถเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาการควบคุม pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ได้

ด้านทักษะกระบวนการ

1. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารละลายบัฟเฟอร์ได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม
2. นักเรียนส่งงานตรงเวลา

ด้านความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์

1. นักเรียนสามารถระบุจุดสำคัญของประเด็นปัญหาเรื่องสารละลายบัฟเฟอร์ และระบุเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้นทางวิทยาศาสตร์ได้
2. นักเรียนสามารถตัดสินข้อมูลที่เกี่ยวข้องข้อกับประเด็นปัญหาเรื่องสารละลายบัฟเฟอร์ที่ได้จากการสืบค้น จากการทดลองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้
3. นักเรียนสามารถอ้างอิงและสรุปสิ่งที่ได้ทำนายในเรื่องสารละลายบัฟเฟอร์อย่างสมเหตุสมผลโดยใช้ข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ

3. สารสำคัญ

สารละลายบัฟเฟอร์ หมายถึง สารละลายที่มีความสามารถในการควบคุมระดับ pH เอาไว้ได้ เมื่อเติมสารละลายกรดหรือเบสจำนวนที่ไม่มากเกินไป เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำบริสุทธิ์ที่เติมกรดหรือเบสจำนวนเท่ากัน สารละลายที่มีสมบัติเป็นสารละลายบัฟเฟอร์จะควบคุมระดับ pH เอาไว้ได้ดีกว่าน้ำกลั่น สารละลายบัฟเฟอร์เกิดจากการผสมระหว่างสารละลายกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อนนั้น หรือสารละลายเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อนนั้น แม้ว่าสารละลายบัฟเฟอร์จะควบคุมระดับ pH เอาไว้ได้ดีกว่าน้ำกลั่น แต่ถ้าเติมกรดหรือเบสมากเกินไป สารละลายบัฟเฟอร์ก็ จะไม่สามารถควบคุมระดับ pH เอาไว้ได้ตลอด ในที่สุดจะเสียสมบัติในการเป็นสารละลาย บัฟเฟอร์ไป เราเรียกความสามารถในการควบคุมระดับ pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ว่า buffer capacity

4. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงานและถามคำถาม

1. ครูกระตุ้นความสนใจโดยยกตัวอย่างสถานการณ์จริงที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวัน โดยเปิด PowerPoint เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า

1.1 สารละลายบัฟเฟอร์คืออะไร (สารละลายบัฟเฟอร์ คือ หมายถึง สารละลายที่มีความสามารถในการควบคุมระดับ pH เอาไว้ได้ เมื่อเติมสารละลายกรดหรือเบสจำนวนที่ไม่มากเกินไป)

1.2 สารละลายบัฟเฟอร์มีกี่ชนิดได้แก่อะไรบ้าง (สารละลายบัฟเฟอร์มี 2 ชนิด ได้แก่ บัฟเฟอร์กรด และบัฟเฟอร์เบส)

1.3 ยกตัวอย่างสารละลายบัฟเฟอร์ในสิ่งมีชีวิต (1. ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$ จะเกี่ยวข้องกับการทำงานของไต เมื่อเราออกกำลังกายนาน ๆ จะมีกรดเกิดขึ้นทำให้ pH ของเลือดเปลี่ยนไป ระบบบัฟเฟอร์ $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$ ในเลือดจะเข้าทำปฏิกิริยาเพื่อลดความเข้มข้นของกรดได้ H_2PO_4^- จะถูกกำจัดออกมาทางปัสสาวะ 2. ระบบ $\text{H}_2\text{CO}_3 / \text{HCO}_3^-$ จะควบคุม pH ของพลาสมาในเลือดให้มีค่าอยู่ระหว่าง 7.35-7.45)

2. ครูระบุภาระงานสำหรับการสำรวจตรวจสอบ เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ ตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ครูระบุภาระงานและถามคำถามให้นักเรียน ดังนี้

ให้นักเรียนตรวจสอบว่า “นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่าการดื่มน้ำอัลคาไลน์หรือน้ำต่าง เพื่อสุขภาพจะช่วยปรับสมดุลความเป็นกรด-ด่างในร่างกายได้ เพราะเหตุใด จึงให้เหตุผลประกอบ”

2.2 ครูถามคำถามดังนี้

- วัตถุประสงค์ของกิจกรรมนี้คืออะไร
- จากคำถามข้างต้น นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนจะเป็นอย่างไร โดยให้

นักเรียนลองตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบของคำถามที่ครูสร้างขึ้น

2.3 ครูแจกใบกิจกรรม เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบ และการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรม เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ครูแนะแนวทางให้นักเรียนทราบถึงการคำนวณเกี่ยวกับบัฟเฟอร์ ดังนี้

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log[\text{salt}]/[\text{Acid}]$$

$$\text{pOH} = \text{pK}_b + \log[\text{salt}]/[\text{Base}]$$

3. จากนั้นครูให้นักเรียนออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยให้วางแผนออกแบบการทดลอง ออกแบบการบันทึกผลการทดลอง รวมถึงออกแบบการวิเคราะห์ข้อมูล โดยครูใช้คำถาม เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.1 ข้อมูลที่นักเรียนจำเป็นต้องรู้เพื่อใช้ในการสำรวจตรวจสอบปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

3.2 ครูตรวจสอบการออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลของนักเรียนอีกครั้งพร้อมกับให้ข้อเสนอแนะ

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลตามที่ได้ออกแบบและบันทึกผลลงในใบกิจกรรมเรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองที่ได้จากการทดลองและสังเกตมาร่วมกันวิเคราะห์ โดยแปลงข้อมูลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง รูปภาพ เป็นต้น แล้วประเมินผลการตรวจสอบที่ได้

2. ให้นักเรียนนำข้อมูลดังกล่าวมาสร้างคำอธิบายชั่วคราว โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้

2.1 ประเด็นปัญหาเรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ ในคำถามชี้แนะในขั้นที่ 1

2.2 หลักฐานข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบหรือผลการทดลองที่ได้เพื่อสนับสนุนคำตอบเรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ ในคำถามชี้แนะในขั้นที่ 1

2.3 เหตุผลที่ใช้ในการอ้างอิงและสรุปสิ่งที่ได้ทำนายในคำถามชี้แนะในขั้นที่ 1 อย่างสมเหตุสมผล

ชั่วโมงที่ 3-4

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

1. ครูกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง คือ “นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่าการต้มน้ำอัลคาไลน์หรือน้ำด่างเพื่อสุขภาพจะช่วยปรับสมดุลความเป็นกรด-ด่างในร่างกายได้ เพราะเหตุใด จึงให้เหตุผลประกอบ”

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอการอภิปรายผลของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนที่ได้เขียนไว้ในกระดาษปรีฟ โดยกำหนดเวลาในการนำเสนอกลุ่มละ 5 นาที

3. เมื่อนำเสนอเสร็จ จะให้นักเรียนกลุ่มที่รับฟังแสดงความคิดเห็นโดยการวิพากษ์โต้แย้งหรือยอมรับข้อมูลของกลุ่มที่นำเสนอ โดยกำหนดเวลาในการโต้แย้ง 2 นาที ต่อหนึ่งกลุ่ม

4. เมื่อจบกิจกรรมการนำเสนอ นักเรียนจะทำการแยกแยะข้อโต้แย้งว่า ข้อโต้แย้งใดตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎี ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) หรือข้อโต้แย้งใดที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาอื่น ๆ และนำมาสู่การประเมินข้อโต้แย้งและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน

ขั้นที่ 5 การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกลับเข้าประจำกลุ่มของตนเอง เพื่อให้ทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายสรุปเรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์

2. ครูถามคำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันสรุปการโต้แย้ง ดังนี้

2.1 ประเด็นการนำเสนอที่นักเรียนเห็นตรงกันคืออะไร

2.2 ประเด็นการนำเสนอที่นักเรียนเห็นขัดแย้งกันคืออะไร

3. ครูเป็นผู้นำในการอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน เพื่อเป็นแนวทางสำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่มนำไปใช้ในการออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบในกิจกรรมครั้งต่อไป

ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ

1. ครูให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล ที่แสดงให้เห็นว่าได้ อะไรบ้างจากการเรียนรู้ ในส่วนของการตรวจสอบจากงานที่ได้รับมอบหมาย โดยรายงานผลการตรวจสอบ ประกอบด้วย

1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2 ประเด็นปัญหา

1.3 คำตอบที่คาดคะเน

1.4 วิธีการตรวจสอบ

1.5 การนำเสนอผลข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบ

1.6 การสรุปผลการตรวจสอบที่สมเหตุสมผล

1.7 การอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และแปลข้อมูล รวมถึงทฤษฎีและหลักฐานประจักษ์พยาน และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือ วารสาร เป็นต้น

1.8 เอกสารอ้างอิง

ขั้นที่ 7 การตรวจสอบโดยเพื่อน

1. ครูรวบรวมรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียนแต่ละคน จากนั้นแจกให้กับนักเรียนแต่ละคนอย่างสุ่ม แต่ไม่ใช่กลุ่มเดียวกัน พร้อมกับแจกแบบประเมินและเกณฑ์การตรวจสอบรายงานให้เท่ากับจำนวนรายงานที่แจกให้

2. นักเรียนแต่ละคนศึกษาเกณฑ์การตรวจสอบ และตรวจสอบรายงานที่ได้รับแจกโดยใช้เกณฑ์ที่ครูแจกให้

ขั้นที่ 8 การปรับปรุงและส่งรายงาน

1. เมื่อนักเรียนตรวจสอบรายงานเรียบร้อยแล้วให้ส่งคืนเจ้าของรายงาน

2. จากนั้นให้เจ้าของรายงานพิจารณาผลการประเมินรายงานจากเพื่อน แล้วแก้ไขหรือปรับปรุงตามคำแนะนำของเพื่อนและส่งคืนรายงานอีกครั้งตามวันและเวลาที่ครูกำหนด

5. การวัดและประเมินผล/หลักฐานหรือร่องรอยของการเรียนรู้

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | วิธีวัด | เครื่องมือวัด | เกณฑ์การวัด |
|--|--|-------------------------------|-------------------------|
| ด้านความรู้ | | | |
| 1. นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเติมกรดหรือเบสลงในระบบบัฟเฟอร์ได้ | การทำใบงาน เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ ของนักเรียน | ใบงาน เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ | ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป |
| 2. นักเรียนสามารถเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาการควบคุม pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ได้ | การทำใบงาน เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ ของนักเรียน | ใบงาน เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ | ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป |

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | วิธีวัด | เครื่องมือวัด | เกณฑ์การวัด |
|--|--|--|---------------------------|
| ด้านทักษะกระบวนการ | | | |
| 3. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารละลายบัฟเฟอร์ได้ | การสืบค้นข้อมูลสารละลายบัฟเฟอร์ของนักเรียน | แบบประเมินการสืบค้นข้อมูล เรื่องสารละลายบัฟเฟอร์ | ผ่านเกณฑ์ในระดับดีขึ้น |
| ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | | | |
| 4. นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม | สังเกตพฤติกรรมการร่วมทำกิจกรรมภายในกลุ่ม | แบบประเมินการมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม | ผ่านเกณฑ์ในระดับดีขึ้น |
| 5. นักเรียนส่งงานตรงเวลา | การส่งใบงาน เรื่องสารละลายบัฟเฟอร์ของนักเรียน | แบบประเมินการส่งงาน เรื่องสารละลายบัฟเฟอร์ | ผ่านเกณฑ์ในระดับดีขึ้น |
| ด้านความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ | | | |
| 6. นักเรียนสามารถระบุจุดสำคัญของประเด็นปัญหาเรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ และระบุเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้นทางวิทยาศาสตร์ได้ | การทำรายงานผลการตรวจสอบ เรื่องสารละลายบัฟเฟอร์ | รายงานผลการตรวจสอบ เรื่องสารละลายบัฟเฟอร์ | ผ่านเกณฑ์ในระดับมากขึ้นไป |
| 7. นักเรียนสามารถตัดสินใจข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาเรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ ที่ได้จากการสืบค้น จากการทดลอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ | การทำรายงานผลการตรวจสอบ เรื่องสารละลายบัฟเฟอร์ | รายงานผลการตรวจสอบ เรื่องสารละลายบัฟเฟอร์ | ผ่านเกณฑ์ในระดับมากขึ้นไป |

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | วิธีวัด | เครื่องมือวัด | เกณฑ์การวัด |
|---|---|--|---------------------------|
| 8. นักเรียนสามารถอ้างอิงและสรุปสิ่งที่ได้ทำนายในสารละลายบัฟเฟอร์ อย่างสมเหตุสมผลโดยใช้ข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ | การทำรายงานผลการตรวจสอบ เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ | รายงานผลการตรวจสอบ เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ | ผ่านเกณฑ์ในระดับมากขึ้นไป |

6. สื่อและแหล่งเรียนรู้

- ใบกิจกรรม เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์
- หนังสือเรียนรายวิชาเคมี เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- PowerPoint เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์



ใบกิจกรรม

เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์

บทนำ

สารละลายบัฟเฟอร์ หมายถึง สารละลายที่ได้จากการผสมของกรดอ่อนกับคู่เบสของกรดนั้น หรือเบสอ่อนกับคู่กรดของเบสนั้น จะได้สารละลายที่มีไอออนร่วม เช่น CH_3COOH กับ CH_3COO^- หรือ NH_3 กับ NH_4^+ หน้าที่สำคัญของสารละลายบัฟเฟอร์ คือเป็นสารละลายที่ใช้ควบคุมความเป็นกรดและเบสของสารละลายเพื่อไม่ให้เปลี่ยนแปลงมากเมื่อเติมกรดหรือเบสลงไปเล็กน้อย นั่นคือสามารถรักษาระดับ pH ของสารละลายไว้ได้เกือบคงที่เสมอแม้ว่าจะเติมน้ำหรือเติมกรดหรือเบสลงไปเล็กน้อยก็ไม่ทำให้ pH ของสารละลายเปลี่ยนแปลงไปมากนัก เพราะในสารละลายบัฟเฟอร์จะมีสารหรือไอออนที่ทำหน้าที่คอยควบคุมความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- ในระบบให้คงที่ เราเรียกความสามารถในการต้านทานการเปลี่ยนแปลง pH นี้ว่า buffer capacity

สารละลายบัฟเฟอร์มี 2 ประเภท ได้แก่

1. สารละลายของกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อน (Acid buffer solution)

คือ สารละลายที่ประกอบด้วยกรดอ่อนผสมอยู่กับเกลือของกรดอ่อน สารละลายบัฟเฟอร์แบบนี้มี $\text{pH} < 7$ มีคุณสมบัติเป็นกรด เรียกว่าบัฟเฟอร์กรด เช่น

| กรดอ่อน | เกลือของกรดอ่อน | สารละลายบัฟเฟอร์ |
|--------------------------|---------------------------|--|
| CH_3COOH | CH_3COONa | $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$ |
| HCOOH | HCOONa | $\text{HCOOH} + \text{HCOONa}$ |
| HF | KF | $\text{HF} + \text{KF}$ |
| HCN | KCN | $\text{HCN} + \text{KCN}$ |

2. สารละลายของเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อน (Basic buffer solution)

คือ สารละลายที่ประกอบด้วยเบสอ่อนผสมอยู่กับเกลือของเบสอ่อน สารละลายบัฟเฟอร์แบบนี้มี $\text{pH} > 7$ มีคุณสมบัติเป็นเบส เรียกว่าบัฟเฟอร์เบส เช่น

| เบสอ่อน | เกลือของเบสอ่อน | สารละลายบัฟเฟอร์ |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---|
| $\text{NH}_3(\text{aq})$ | NH_4Cl | $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{NH}_4\text{Cl}$ |
| NH_4Cl | NH_4NO_3 | $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_4\text{NO}_3$ |
| $\text{Fe}(\text{OH})_2$ | FeCl_2 | $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{FeCl}_2$ |
| $\text{N}_2\text{H}_4(\text{aq})$ | $\text{N}_2\text{H}_5^+(\text{aq})$ | $\text{N}_2\text{H}_4(\text{aq}) + \text{N}_2\text{H}_5^+(\text{aq})$ |

การเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ มีวิธีการเตรียม ดังนี้

1. เตรียมโดยตรงโดยการผสมกรดอ่อนกับคู่เบสของกรดนั้น หรือผสมเบสอ่อนกับคู่กรดของเบสนั้นก็ได้เกลือของกรดอ่อนและเกลือของเบสอ่อน

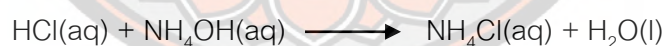
2. เตรียมจากปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส ดังนี้

- บัฟเฟอร์กรด เตรียมโดยใช้กรดอ่อน(แตกตัวบางส่วน) ทำปฏิกิริยากับเบส (แก่หรืออ่อน) เช่น



ถ้าใช้ HF มากเกินไปพอ เมื่อเกิดปฏิกิริยาจนสมบูรณ์แล้ว NaOH จะหมดไปจากระบบ ดังนั้นในระบบจะเป็นสารละลายผสมระหว่าง HF กับ NaF ซึ่งเป็นบัฟเฟอร์กรด (กรดอ่อน+เกลือของมัน)

- บัฟเฟอร์เบส เตรียมโดยใช้เบสอ่อน(แตกตัวบางส่วน) ทำปฏิกิริยากับกรด (แก่หรืออ่อน) เช่น



การคำนวณเกี่ยวกับบัฟเฟอร์ ดังนี้

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log[\text{salt}]/[\text{Acid}]$$

$$\text{pOH} = \text{pK}_b + \log[\text{salt}]/[\text{Base}]$$

สถานการณ์

เนื่องจากปัจจุบันมีกระแสของข่าวในโลกโซเชียลเกี่ยวกับการดื่มน้ำอัลคาไลน์หรือน้ำต่างว่า ช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระ ให้อายุยืนยาว อีกทั้งยังปรับสมดุลร่างกาย แต่ก็มีบางกระแสที่ออกมาเตือนถึงอันตรายของการดื่มน้ำอัลคาไลน์หรือน้ำต่างว่า อันตรายอาจทำให้อวัยวะภายในไหม้ได้

จากที่นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องราวสารละลายบัฟเฟอร์ “นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่าการดื่มน้ำอัลคาไลน์หรือน้ำต่างเพื่อสุขภาพจะช่วยปรับสมดุลความเป็นกรด-ด่างในร่างกายได้ เพราะเหตุใด จึงให้เหตุผลประกอบ”



วิธีทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนตรวจสอบว่า “นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่าการดื่มน้ำอัลคาไลน์หรือน้ำต่างเพื่อสุขภาพจะช่วยปรับสมดุลความเป็นกรด-ด่างในร่างกายได้ เพราะเหตุใด จึงให้เหตุผลประกอบ”

โดยเขียน

 - 1.1 วัตถุประสงค์ของกิจกรรม
 - 1.2 คำตอบที่น่าจะเป็นไปได้
2. ให้นักเรียนออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทำการสืบค้นข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ
 - 2.1 หัวข้อที่สืบค้น
 - 2.2 รายละเอียดที่ทำการสืบค้น
 - 2.3 เหตุผลที่เลือก
 - 2.4 แหล่งอ้างอิง
3. ให้นักเรียนทำการสืบค้น

ใบงาน เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์

1. สารละลายบัฟเฟอร์ คือ

.....

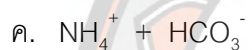
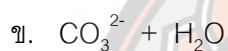
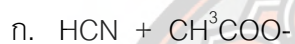
.....

.....

.....

.....

2. จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างสารต่อไปนี้ และระบุว่าสารใดเป็นกรด หรือเบสตามทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเต็ด-ลาวรี



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

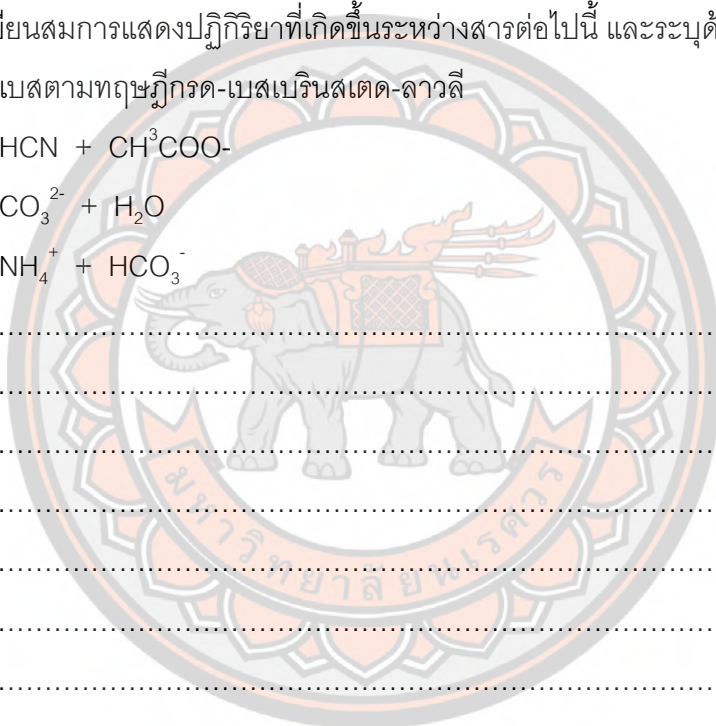
.....

.....

.....

.....

.....



แบบประเมินการสืบค้นข้อมูล เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมิน ประเมินคะแนนด้วยการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างตามรายการประเมินโดยพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินที่ระบุไว้

| เลขที่ | ชื่อ-สกุล | รายการประเมิน | | | | | | | | | รวม (คะแนน) |
|--------|-----------|----------------------------|---|---|-------------------------------|---|---|---------------------------|---|---|----------------|
| | | ความหลากหลายของแหล่งข้อมูล | | | ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล | | | ความทันสมัยของแหล่งข้อมูล | | | |
| | | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

วันที่.....

เกณฑ์การประเมินการสืบค้นข้อมูล เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์

| รายการประเมิน | ระดับคะแนน | | | น้ำหนัก | รวม (คะแนน) |
|-------------------------------|---|--|---|---------|-------------|
| | 3 | 2 | 1 | | |
| ความหลากหลายของแหล่งข้อมูล | ค้นคว้าจากแหล่งการเรียนรู้ตั้งแต่ 3 แหล่งขึ้นไป | ค้นคว้าจากแหล่งการเรียนรู้ 2 แหล่งเท่านั้น | ค้นคว้าจากแหล่งการเรียนรู้ 1 แหล่งเท่านั้น | 2 | 6 |
| ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล | แหล่งการเรียนรู้มีคุณสมบัติดังนี้ 1. อ้างอิงข้อมูล 2. เชื่อมโยงไปยังข้อมูลอ้างอิงนั้นได้ 3. ระบุวันเวลาในการเผยแพร่ข้อมูลและการปรับปรุงข้อมูล 4. ไม่ขัดต่อกฎหมาย ศีลธรรม จริยธรรม | แหล่งการเรียนรู้มีคุณสมบัติครบ 3 ข้อ 1. อ้างอิงข้อมูล 2. เชื่อมโยงไปยังข้อมูลอ้างอิงนั้นได้ 3. ระบุวันเวลาในการเผยแพร่ข้อมูลและการปรับปรุงข้อมูล 4. ไม่ขัดต่อกฎหมาย ศีลธรรม จริยธรรม | แหล่งการเรียนรู้มีคุณสมบัติ 1-2 ข้อ 1. อ้างอิงข้อมูล 2. เชื่อมโยงไปยังข้อมูลอ้างอิงนั้นได้ 3. ระบุวันเวลาในการเผยแพร่ข้อมูลและการปรับปรุงข้อมูล 4. ไม่ขัดต่อกฎหมาย ศีลธรรม จริยธรรม | 3 | 9 |
| ความทันสมัยของแหล่งข้อมูล | อายุของข้อมูลอยู่ในช่วง 3 ปี จากปัจจุบัน | อายุของข้อมูลอยู่ในช่วง 5 ปี จากปัจจุบัน | อายุของข้อมูลอยู่ในช่วง 10 ปี จากปัจจุบัน | 2 | 6 |
| รวมคะแนน | | | | | 21 |

เกณฑ์การตัดสิน

| | | |
|-------------|---------|-------|
| คะแนน 17-21 | หมายถึง | ดีมาก |
| คะแนน 10-16 | หมายถึง | ดี |
| คะแนน 1-9 | หมายถึง | พอใช้ |

เกณฑ์การผ่าน

ได้คะแนนตั้งแต่ระดับ ดี ขึ้นไป

แบบประเมินการมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม

| ลำดับ | ชื่อ-สกุล | รายการประเมิน (ระดับคะแนน) | | | | | | | | | รวม (9) | ผลการ ประเมิน |
|-------|-----------|-------------------------------------|---|---|---|---|---|--|---|---|------------|------------------|
| | | ความร่วมมือ ของสมาชิกใน กลุ่ม | | | การร่วมแสดง ความคิดเห็น และยอมรับ ฟังความ ความคิดเห็นของ ผู้อื่น | | | ความ กระตือรือร้น ในการ ทำงาน | | | | |
| | | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

วันที่.....

เกณฑ์การประเมินการมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม

| ประเด็นการประเมิน | เกณฑ์การให้คะแนน/ระดับคุณภาพ | | |
|--|--|--|---|
| | 3 | 2 | 1 |
| 1. ความร่วมมือของสมาชิกในกลุ่ม | สมาชิกในกลุ่มทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและสร้างสรรค์ผลงาน | สมาชิกในกลุ่ม 2-3 คนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและสร้างสรรค์ผลงาน | สมาชิกในกลุ่มน้อยกว่า 2 คนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและสร้างสรรค์ผลงาน |
| 2. การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น | สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีการแสดงความคิดเห็นร่วมกันและยอมรับฟังความคิดเห็นของกันและกันเสมอ | สมาชิกในกลุ่ม 2-3 คนมีการแสดงความคิดเห็นร่วมกันและยอมรับฟังความคิดเห็นของกันและกันเป็นบางครั้ง | สมาชิกในกลุ่มไม่มีการแสดงความคิดเห็น |
| 3. ความกระตือรือร้นในการทำงาน | มีความกระตือรือร้นในการทำงานตลอดเวลา และทำกิจกรรมเสร็จภายในเวลาที่กำหนด | มีความกระตือรือร้นในการทำงานเป็นบางครั้ง และทำกิจกรรมเสร็จภายในเวลาที่กำหนด | ขาดความกระตือรือร้นในการทำงาน และทำกิจกรรมเสร็จล่าช้ากว่าเวลาที่กำหนด |

เกณฑ์การตัดสิน

| | | |
|-----------------|---------|----------|
| คะแนน 7-9 | หมายถึง | ดีมาก |
| คะแนน 5-6 | หมายถึง | ดี |
| คะแนน 3-4 | หมายถึง | พอใช้ |
| คะแนน ต่ำกว่า 3 | หมายถึง | ปรับปรุง |

เกณฑ์การผ่าน

ได้คะแนนตั้งแต่ระดับ ดี ขึ้นไป

แบบประเมินการส่งงาน เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอน ประเมินคะแนนด้วยการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างตามรายการประเมิน
โดยพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินที่ระบุไว้

| เลขที่ | ชื่อ-สกุล | รายการประเมิน | | | รวม (คะแนน) |
|--------|-----------|---------------|---|---|----------------|
| | | ความรับผิดชอบ | | | |
| | | 3 | 2 | 1 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

วันที่.....

เกณฑ์การประเมินการส่งงาน เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์

| รายการประเมิน | ระดับคะแนน | | | รวม (คะแนน) |
|---------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------|
| | 3 | 2 | 1 | |
| ความรับผิดชอบ | ส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนด | ส่งงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 1 วัน | ส่งงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 2 วัน | 3 |

เกณฑ์การตัดสิน

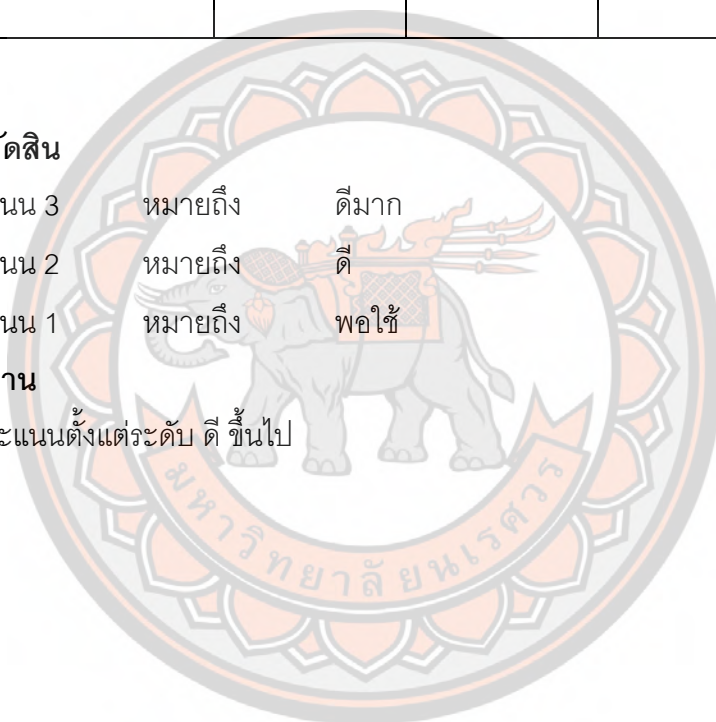
คะแนน 3 หมายถึง ดีมาก

คะแนน 2 หมายถึง ดี

คะแนน 1 หมายถึง พอใช้

เกณฑ์การผ่าน

ได้คะแนนตั้งแต่ระดับ ดี ขึ้นไป



รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์

ชื่อ.....เลขที่.....
ชั้น.....

วัตถุประสงค์

.....

ประเด็นปัญหา

.....

คำตอบที่คาดคะเน

.....

วิธีการสำรวจตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลการสำรวจตรวจสอบ (หลักฐาน/เหตุผล)

.....

.....

.....

.....

ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวิธีการสำรวจตรวจสอบหรืออื่น ๆ

.....

.....

.....

เอกสารอ้างอิง

.....

.....

แบบประเมินรายงานโดยเพื่อนนักเรียน

คำชี้แจง

ให้นักเรียนประเมินรายงานการตรวจสอบที่ครูแจกให้ตามเกณฑ์ที่กำหนดและทำเครื่องหมาย / ลงในช่องผลการประเมินตามความเหมาะสม

| เกณฑ์การประเมิน | ผลการประเมิน | | | |
|---|--------------|----|-------------|-------|
| | ดีมาก | ดี | ควรปรับปรุง | ไม่มี |
| เป้าหมาย | | | | |
| ผู้เขียนรายงานได้เขียนวัตถุประสงค์ของการสำรวจตรวจสอบได้อย่างชัดเจนหรือไม่ | | | | |
| ผู้เขียนรายงานได้เขียนประเด็นปัญหาของการสำรวจตรวจสอบได้อย่างชัดเจนหรือไม่ | | | | |
| อธิบายว่าทำไมคุณถึงให้ปรับปรุงลงในช่องว่างด้านล่างนี้ | | | | |
| การสำรวจตรวจสอบ | | | | |
| ผู้เขียนรายงานนี้ได้อธิบายว่าเขาดำเนินงานอย่างไรหรือไม่ | | | | |
| ผู้เขียนรายงานนี้ได้อธิบายว่าทำไมถึงใช้วิธีการนี้หรือไม่ | | | | |
| ผู้เขียนรายงานได้ใช้คำในการอธิบายธรรมชาติของการสำรวจตรวจสอบ (เช่น การทดลอง การตีความข้อมูล) หรือไม่ | | | | |
| อธิบายว่าทำไมคุณถึงให้ปรับปรุงลงในช่องว่างด้านล่างนี้ | | | | |

| เกณฑ์การประเมิน | ผลการประเมิน | | | |
|---|--------------|----|-------------|-------|
| | ดีมาก | ดี | ควรปรับปรุง | ไม่มี |
| การโต้แย้ง | | | | |
| ผู้เขียนรายงานได้อธิบายว่า ข้อสรุปหรือคำตอบของประเด็น ปัญหานั้นดีและอธิบายได้อย่าง ชัดเจนหรือไม่ | | | | |
| การอธิบายของผู้เขียนรายงานนี้ มีความเชื่อมโยงกันและ ปราศจากความขัดแย้งหรือไม่ | | | | |
| ผู้เขียนรายงานนี้ใช้หลักฐานที่มี ความน่าเชื่อถือเพื่อทำการ สนับสนุนหรือไม่ | | | | |
| อธิบายว่าทำไมคุณถึงให้ปรับปรุงลงในช่องว่างด้านล่างนี้ | | | | |
| การเขียน | | | | |
| เนื้อหา: ผู้เขียนรายงานนี้ได้ แสดงความคิดเห็นได้ชัดเจน และเตรียมข้อมูลเชิงลึกไว้ หรือไม่ | | | | |
| องค์ประกอบ: งานเขียนนี้มี จุดประสงค์และองค์ประกอบ ของรายงานครบถ้วนหรือไม่ | | | | |
| อธิบายว่าทำไมคุณถึงให้ปรับปรุงลงในช่องว่างด้านล่างนี้ | | | | |

การตัดสินสุดท้าย

1).....ยอมรับ 2).....แก้ไขใหม่ และส่งกลับ

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

ชิ้นงานข้อโต้แย้งชั่วคราว

ให้นักเรียนเขียนข้อมูลใส่ลงในกระดาษปฐพี โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้

1. ประเด็นปัญหาในคำถามชี้แนะที่ 1
2. หลักฐานข้อมูลเชิงประจักษ์พยานที่ได้จากการสืบค้นและจากการทดลอง
3. เหตุผลที่ใช้ในการอ้างอิงและสรุปสิ่งที่ได้จากการคาดคะเนในคำถามชี้แนะขั้นที่ 1 อย่าง

สมเหตุสมผล

| ประเด็นปัญหา | หลักฐานข้อมูลเชิงประจักษ์พยาน | เหตุผลที่ใช้ในการอ้างอิงและสรุป |
|--------------|-------------------------------|---------------------------------|
| | | |

แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

วันที่ เดือน พ.ศ. เวลา

ผู้สะท้อนผล.....

| ชั้นการสอน | การสะท้อนผล | |
|---|--|----------------------------------|
| ชั้นที่ 1 การระดมภาระงาน และถามคำถาม | ลักษณะของการ จัดการเรียนรู้ | |
| | สิ่งที่นักเรียน ได้รับจากการ จัดการเรียนรู้ | |
| | ปัญหาหรือ อุปสรรคที่พบ | |
| | แนวทางการ ปรับปรุงและ แก้ไข | |

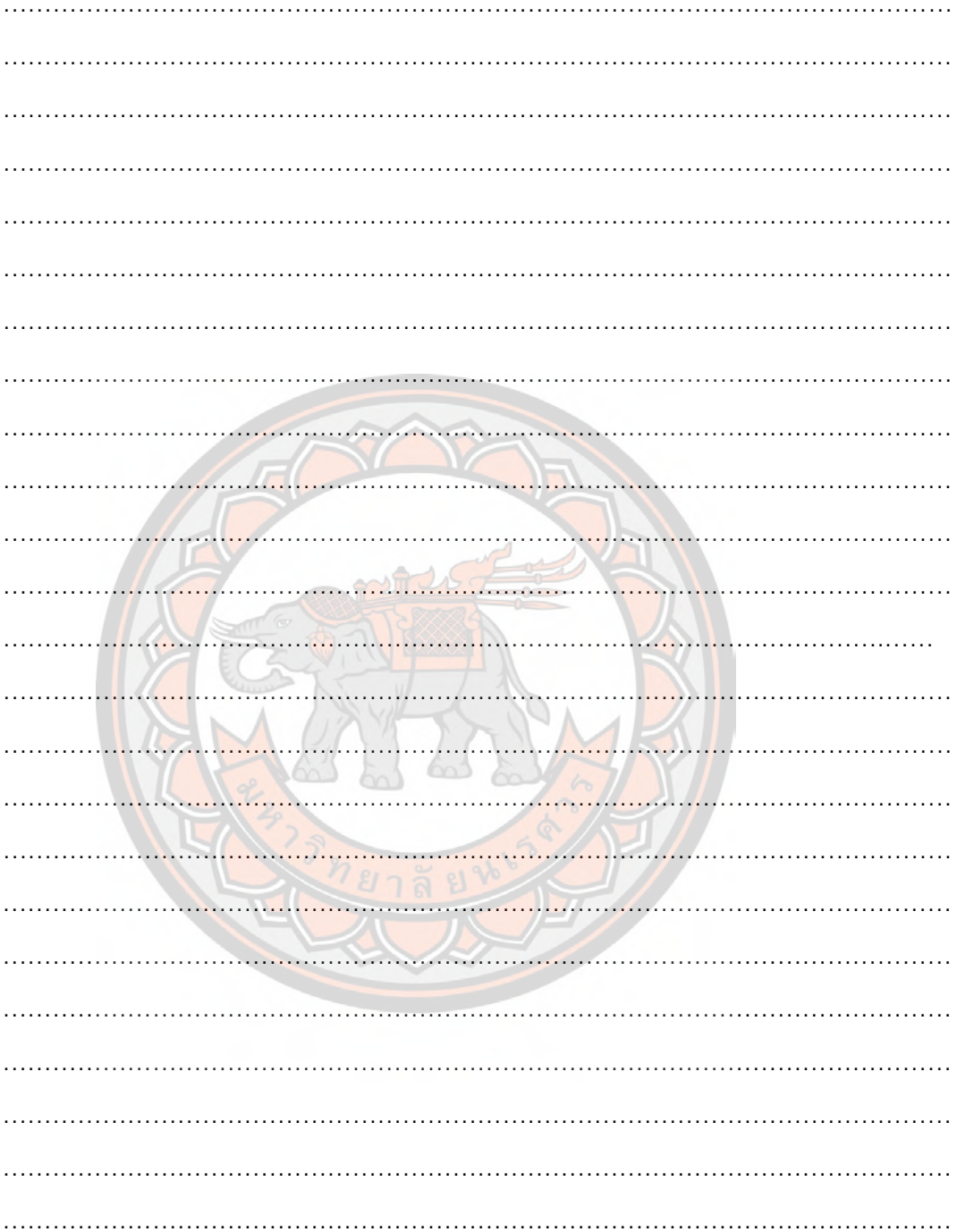
| ชั้นการสอน | การสะท้อนผล | |
|--|--|--|
| <p style="text-align: center;">ชั้นที่ 2</p> <p>การออกแบบวิธีการ ตรวจสอบ และการ เก็บรวบรวมข้อมูล</p> | <p>ลักษณะของการ จัดการเรียนรู้</p> | <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |
| | <p>สิ่งที่นักเรียน ได้รับจากการ จัดการเรียนรู้</p> | <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |
| | <p>ปัญหาหรือ อุปสรรคที่พบ</p> | <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |
| | <p>แนวทางการ ปรับปรุงและ แก้ไข</p> | <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |

**แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มี 4 ข้อใหญ่ และ 11 ข้อย่อย ใช้เวลาในการทำ 60 นาที
2. ให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์/ข้อความที่กำหนดให้ แล้วเขียนคำตอบที่ถูกต้องที่สุดลงในกระดาษคำตอบ
3. ถ้าพบข้อยาก อย่าท้อใจ ให้เว้นไปทำข้ออื่น ๆ ก่อน เมื่อมีเวลาเหลือค่อยกลับมาทำ ต้องพยายามทำให้ได้มากที่สุด

ชื่อ..... ชั้น.....เลขที่.....





คำถาม : เราควรกินผลไม้ก่อนหรือหลังทานอาหารดีคะ.....?

คำตอบ : โดย คุณชรีพรพรรณ เทียมวัฒน์ หรือ หมอนัท

“โดยปกติคนส่วนใหญ่มักคิดว่า การทานผลไม้ ต้องทานหลังทานข้าว ทว่าความจริงเราควรรับประทานผลไม้ก่อนอาหาร เพราะผลไม้บางชนิดอาจทำให้การทำงานของกระเพาะไม่ดี ทำให้อาหารค้างในลำไส้ นานกว่าปกติ แลมนิวตามินที่ควรจะได้รับนั้น บางทีก็ไม่ได้มีการดูดซึม จึงควรทานผลไม้ก่อนอาหาร เพื่อวิตามินจะได้ดูดซึม ทั้งนี้ การทานผลไม้หลังอาหาร จะทำให้ท้องอืด ยกเว้นมะละกอกับสับปะรดให้กินหลังอาหารได้เพราะมีกรดช่วยย่อย

โดยปกติผลไม้ย่อยได้เร็วกว่าข้าว ขึ้นผลไม้จะถูกย่อยอย่างรวดเร็ว และพร้อมที่จะผ่านกระเพาะไปสู่ลำไส้ แต่หากกินหลังข้าวเส้นทางมันถูกขวางไว้โดยข้าวซึ่งใช้เวลาย่อยนานกว่า เป็นเวลาที่อาหารทั้งหมดผ่านกระบวนการหมักและเปลี่ยนแปลงสภาพเป็นกรด จากนั้นเมื่อผลไม้สัมผัสกับอาหารในกระเพาะและน้ำย่อย อาหารทั้งหมดก็จะเริ่มบูดเสีย ดังนั้น จะเป็นการดีกว่าถ้าเรากินผลไม้ในขณะท้องว่าง หรือก่อนมื้ออาหาร และที่สำคัญ ควรกัดออกจันตัวโตๆ ว่า หลังรับประทานอาหารไม่ควรดื่มน้ำทันที ดื่มน้ำกับอาหารติดคอเล็กน้อยได้ ควรเว้นระยะห่าง 15 นาที เพื่อให้หน้าย่อยทำงานในการย่อยอาหาร”

กรมอนามัยเตือนห้ามกิน“ผลไม้รสเปรี้ยว”ตอนท้องว่าง

“อธิบดีกรมอนามัย” เผยไม่มีงานวิจัยใดสนับสนุนให้กินผลไม้ก่อนอาหาร ระบุผลไม้บางประเภทอาจส่งผลเสียต่อการดูดซึมสารอาหารของร่างกาย ทั้ง “ลูกพลับ สับปะรด ส้ม และผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว” อาจทำให้กระเพาะอาหารระคายเคือง แนะนำควรกินผลไม้ในปริมาณที่เหมาะสม สามารถช่วยลดความเสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือด ความดันโลหิตสูง เบาหวาน และป้องกันมะเร็งบางชนิด แถมช่วยควบคุมน้ำหนักตัวได้

นพ.พรเทพ ศิริวนารังสรรค์ อธิบดีกรมอนามัย กล่าวว่า ความเชื่อที่ว่าการกินผลไม้ก่อนอาหารจะช่วยให้อาหารการดูดซึมสารต่าง ๆ ในผลไม้ได้อย่างเต็มที่นั้น ขณะนี้ยังไม่มีงานวิจัยที่เป็นหลักฐานชัดเจนว่าการกินผลไม้ตอนท้องว่างจะช่วยให้อาหารดูดซึมได้ดีขึ้น มีเพียงข้อแนะนำในการเลือกกินผลไม้ให้เหมาะสม เพราะผลไม้บางชนิดก็ไม่ควรกินตอนท้องว่าง เช่น ลูกพลับ เนื่องจากกระเพาะอาหารจะหลั่งกรดออกมามาก หากไปรวมตัวกับยางและสารแขวนลอยในลูกพลับแล้วจะทำให้คลื่นไส้ และระคายเคืองในกระเพาะอาหาร ขณะที่มะละกอบริเวณเปลือกที่มีเอนไซม์มาก ส่วนสับปะรด ส้ม และมะนาว มีรสชาติเปรี้ยวทำให้เกิดการระคายเคืองในกระเพาะอาหารได้ แต่ถ้าจะกินก่อนกินอาหารแค่ 2-3 ชิ้นเล็ก ๆ ก็พอจะกินได้ และควรล้างให้สะอาดก่อนทุกครั้ง เพื่อเป็นการลดสารเคมีตกค้าง

นพ.พรเทพ กล่าวอีกว่า การกินผลไม้ให้ได้คุณค่าแต่ละครั้ง ควรคำนึงถึงปริมาณที่เพียงพอมากกว่าช่วงเวลา โดยในหนึ่งวันควรกินผลไม้ให้ได้มีอยู่ 1-2 ส่วน ตามแต่ละประเภท เช่น มะละกอสุก 6 ชิ้นพอคำ เงาะ 4 ผล ฝรั่งครึ่งผล สับปะรด 6 ชิ้นพอคำ กัลยน้ำว่า 1 ผล ชมพู่ 2 ผล ขนาดใหญ่ มังคุด 4 ผลขนาดกลาง ส้มสายน้ำผึ้ง 1 ผล เป็นต้น ซึ่งจากรายงานทางคลินิกและระบาดวิทยาพบว่า การกินผลไม้เป็นประจำสามารถลดความเสี่ยงของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด ความดันโลหิตสูง เบาหวาน และป้องกันมะเร็งบางชนิด รวมทั้งทำให้ระบบขับถ่ายปกติและช่วยควบคุมน้ำหนัก เนื่องจากในผลไม้มีใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำ เมื่อกินเข้าไปจะเกิดการพองตัวเป็นเจลแทนพื้นที่บางส่วนในกระเพาะอาหารทำให้รู้สึกอิ่ม

“นอกจากนี้ ในผลไม้ยังมีใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำช่วยให้ระบบทางเดินอาหารทำงานได้ดีขึ้น ช่วยเร่งให้อาหารที่กินเข้าไปผ่านไปตามทางเดินอาหารได้เร็วขึ้น ทำให้ขับถ่ายได้เร็ว ช่วยลดการดูดซึมหรือสัมผัสสารมะเร็งที่ปนเปื้อนเข้ามาและเพิ่มมวลอุจจาระ ลดปัญหาท้องผูก ทั้งนี้ ควรกินผลไม้ให้หลากหลายสลับกันไป เพื่อให้ร่างกายได้รับสารต่าง ๆ ที่มีประโยชน์อย่างสมดุล” **อธิบดีกรมอนามัย** กล่าว



ตอบทุกปัญหา คินผลไม้ ตอนไหนดีที่สุด

Question

อ่านเจอข้อมูลในอินเทอร์เน็ต เกี่ยวกับวิธีการ กินผลไม้ มากมาย เช่น ควรกินตอนท้องว่าง ควรกินเป็นมื้อเช้า หรือแม้กระทั่งห้ามกินก่อนนอน จึงอยากทราบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับข้อมูลดังกล่าว พร้อมขอคำแนะนำในการกินผลไม้ให้ได้คุณประโยชน์สูงสุด

Answer

จากข้อมูลที่เคยแพร่ทางอินเทอร์เน็ตดังกล่าว วิธีการกินผลไม้เหล่านี้ มีข้อดีข้อด้อยแตกต่างกันไป ลองมาดูรายละเอียดของแต่ละวิธีกันดีกว่าค่ะ

1. กินผลไม้ตอนท้องว่าง เนื่องจากผลไม้มีวิตามินและสารอาหารมากมาย หากกินรวมกับอาหารชนิดอื่น เช่น อาหารที่มีใยอาหารสูง อาจขัดขวางการดูดซึมสารอาหารจากผลไม้ดังกล่าว การกินผลไม้ตอนท้องว่าง หรือกินเดี่ยว ๆ จึงจะช่วยให้ร่างกายดูดซึมสารอาหารจากผลไม้ได้ดีกว่า

ข้อสังเกต ควรระวังการกินผลไม้ที่เป็นกรดมาก ๆ เช่น สับปะรด เสาวรส หรือผลไม้รสเปรี้ยวจัด ๆ เพราะการกินผลไม้เหล่านี้ตอนท้องว่างจะทำให้เกิดอาการระคายเคืองกระเพาะอาหารได้ง่าย และไม่เหมาะกับผู้ที่เป็โรคกระเพาะอาหาร โรคกรดไหลย้อน เพราะจะเป็นการเพิ่มกรด ทำให้อาการแย่ลงค่ะ

2. กินผลไม้ตอนมื้อเช้า ข้อนี้เห็นด้วย เนื่องจากมื้อเช้าเป็นมื้อที่ร่างกายต้องการพลังงานมากกว่ามื้ออื่น ๆ และในผลไม้ก็ประกอบไปด้วยคาร์โบไฮเดรต น้ำตาล ซึ่งล้วนให้พลังงาน เป็นอาหารของสมอง ยกตัวอย่างเช่น ส้ม 1 ผล ให้พลังงาน 60 แคลอรี ในขณะที่ข้าวสวย 1 ทัพพี ให้พลังงาน 80 แคลอรี ซึ่งใกล้เคียงกัน ผลไม้จึงเป็นทางเลือกที่ดีในมื้อเช้าค่ะ

3. ห้ามกินผลไม้ก่อนนอน ข้อเท็จจริงของข้อมูลนี้คือ ผลไม้บางชนิดมีกรดมาก และมีใยอาหารสูง หากกินก่อนนอนจะทำให้รู้สึกไม่สบายท้อง อืดอืด ท้องอืด นอนไม่หลับ หรือนอนหลับไม่สนิท ส่งผลต่อสุขภาพโดยรวมได้ โดยเฉพาะผู้ที่เป็นโรคกรดไหลย้อน ยิ่งไม่ควรกินผลไม้ก่อนเข้านอน เนื่องจากมนุษย์เราควรกินอาหารมื้อสุดท้ายก่อนล้มตัวลงนอนไม่ต่ำกว่า 3 ชั่วโมง

ข้อสังเกต ถึงกระนั้นก็มีงานศึกษาวิจัยที่ระบุว่า อาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูง จะช่วยให้สมองผลิตฮอร์โมนเซโรโทนินมากขึ้น ช่วยในการนอนหลับได้ ผลไม้ที่ให้คาร์โบไฮเดรตแต่มีกรดน้อยที่สามารถหากินได้ทั่วไปก็คือ กล้วยน้ำว่า โดยสามารถกิน 1 ลูก ก่อนเข้านอน 1 ชั่วโมง หรือจะเป็นกล้วยหอมครึ่งลูกก็ได้เช่นกัน

คำแนะนำเพิ่มเติม

ต่อไปนี้เป็นข้อแนะนำในการกินผลไม้ให้ได้ประโยชน์สูงสุด มาดูกันเลยคะ

1. กินผลไม้ตามฤดูกาล เพราะจะช่วยลดสารพิษที่ปนเปื้อนมากับผลไม้ได้ เนื่องจากผลไม้ออกตามฤดูกาลไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยหรือสารเคมีเร่งผลผลิตเท่าไรหรอก
2. กินผลไม้ให้หลากหลาย เพราะผลไม้แต่ละชนิดให้คุณค่าทางสารอาหารโดดเด่นแตกต่างกันไป การกินผลไม้ให้หลากหลายช่วยให้ร่างกายได้รับสารอาหารครบถ้วน
3. กินผลไม้สดดีกว่ากินผลไม้แปรรูปหรือน้ำคั้น เพราะการกินผลไม้สดเป็นลูกๆ จะช่วยจำกัดปริมาณการกินของเราได้ เนื่องจากผลไม้ประกอบไปด้วยน้ำตาลในปริมาณมาก หากกินในลักษณะที่แปรรูปแล้ว หรือน้ำคั้น เราจะกินในจำนวนผลที่มากขึ้น และได้น้ำตาลเกินความจำเป็นนั่นเอง

ที่มา : ฝ่ายนิเวศิย บริษัท อมรินทร์พรีนติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน)

ไขข้อสงสัย กินผลไม้ช่วงไหน ร่างกายได้รับสารอาหารเต็มที่มากที่สุด

อย่างที่เราทราบดีอยู่แล้วว่า ผลไม้เป็นสิ่งที่ดี มีประโยชน์ต่อร่างกายเรา ทั้งนี้ก็ต้องเลือกกินให้ถูกเวลาด้วยนะ ถึงจะได้รับสารอาหารอย่างเต็มที่ แล้วแบบนี้จะต้องกินเมื่อไหร่ถึงจะดี? มาหาคำตอบไปพร้อม ๆ กันนะคะ

ถ้าคุณคิดว่าการกินผลไม้ หลังกินข้าวเสร็จในทันที เป็นการปิดท้ายมื้ออาหารที่ดีแล้วละก็ ขอบอกเลยว่าคุณคิดผิดค่ะ! เพราะการกินผลไม้หลังอาหารเลย จะทำให้ร่างกายได้รับสารอาหารจากผลไม้ไม่เต็มที่ เนื่องจากผลไม้จะย่อยและผ่านจากกระเพาะไปสู่ลำไส้อย่างรวดเร็วกว่าอาหารอื่น ๆ หากกินผลไม้ตามลงไปเลย ผลไม้เหล่านั้นจะไม่สามารถผ่านไปยังลำไส้เล็กได้ เพราะทั้งอาหารและผลไม้จะผสมกันในกระเพาะ รอการย่อยซึ่งใช้เวลานาน และผ่านกระบวนการหมักและเปลี่ยนแปลงเป็นกรด ทำให้อาหารและผลไม้ที่ผสมกันในกระเพาะเกิดการหมักบูด เกิดแก๊ส ทำให้คุณมีอาการแน่น จุก ไม่สบายท้อง และเรอ

กินผลไม้ช่วงไหนดีที่สุด?

วิธีที่ดีที่สุดในการกินผลไม้ คือ การกินในขณะท้องว่าง ส่วนเวลาที่ดีที่สุด คือ ช่วงเช้าถึงเที่ยงของทุกวัน เพราะร่างกายจะได้สะสมพลังงานไว้ตลอดคืน การกินผลไม้จะใช้พลังงานในการย่อยน้อย ทำให้อาหารมีพลังงานเหลือ เพื่อใช้ในกิจกรรมประจำวัน เพราะนอกจากร่างกายจะดูดซึมวิตามินและแร่ธาตุต่าง ๆ จากผลไม้ไปใช้ได้อย่างเต็มที่แล้ว ยังช่วยล้างสารพิษที่ตกค้างอยู่ภายในระบบทางเดินอาหารได้เป็นอย่างดี

ส่วนกากผลไม้ที่หลงเหลือก็เป็นกากที่ช่วยให้ขับถ่ายง่าย เหมาะสำหรับคนที่อยู่ในช่วงลดน้ำหนัก เพราะจะได้รับพลังงานจากผลไม้อีกด้วย แต่หากคุณต้องการกินผลไม้หลังจากอาหาร ก็ควรรอให้อาหารที่กินเข้าไปย่อยให้หมดก่อน เวลาในการย่อยของอาหารขึ้นอยู่กับอาหารที่กินเข้าไปว่าเป็นอาหารหนักหรือเบา ถ้าเป็นอาหารเบาๆ เช่น สลัดผัก ก็ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง แต่ถ้าเป็นอาหารหนักๆ เช่น ข้าว เนื้อสัตว์ ต้องใช้เวลารอถึง 4 ชั่วโมง

ที่มา : การสาธารณสุขขั้นพื้นฐาน (สสม.)

ผลวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของน้ำอัลคาไลน์ น้ำด่าง ในทางการแพทย์

ด้านการลดน้ำหนักไม่ได้เป็นเพียงแค่เรื่องของไขมัน คอเลสเตอรอล คาร์โบไฮเดรต หรือ แคลอรี แต่มันเป็นเรื่องของกรด ถึงน้ำหนักที่เราใส่ผิมนไว้ จึงเป็นเพียงเรื่องของการรักษาสมดุลค่า pH ที่ละเอียดอ่อนมากของเลือดในร่างกายเรา โดยผลการวิจัยของ ดร.โรเบิร์ต โอ ยัง เรื่องการดำเนินชีวิตเพื่อความสะดวกทางเคมีในร่างกายของคุณ เปลี่ยนรูปร่างในเบาบางลง รูปร่างให้เหมาะสมกับน้ำหนัก เป็นธรรมชาติและอยู่คงที่ถาวร สิ่งที่ดีที่สุดคือการขจัดเซลล์ไขมันที่ไม่จำเป็นในร่างกายออกไปได้ ร่างกายเรามีสภาวะความเป็นด่างอ่อนๆ แต่ด้วยสภาวะแวดล้อมในปัจจุบัน โลฟิสไตล์การกินการอยู่ล้นก่อให้เกิดกรดเข้าไปในร่างกายแทบทั้งสิ้น เช่น การดื่มน้ำอัดลม ขนมขบเคี้ยว อาหารทอด ความเครียด เป็นต้น

มีนักวิจัยหลายท่านได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับน้ำอัลคาไลน์ ในเรื่องของประสิทธิภาพ อาทิ เช่น การศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของน้ำด่าง น้ำอัลคาไลน์ในทางการแพทย์ ดร.ฮือตโต วอร์เบิร์ก ได้รับรางวัลโนเบล สาขาสรีระวิทยา ในปี พ.ศ.2474 ผู้ค้นพบสาเหตุของการเกิดโรคร้ายโดยร้อยละ 99 เกิดจากการที่ร่างกายมีสภาวะเป็นกรดมากกว่าสภาวะปกติถึง 1000 เท่า ทำให้ตัวร้ายสามารถเจริญเติบโตได้ดีในภาวะขาดออกซิเจน เซลล์ปกติจะมีค่า pH อยู่ 7.35 เมื่อเซลล์ร้ายมีค่า pH สูงกว่า 7.5 ก็ตาย และถ้าถึง 8 เซลล์ร้ายจะตายในทันที

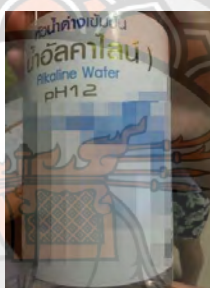
และยังมีผลการศึกษาของ ดร.ฮิโรมิ ซินย่า (Dr.Hiromi Shinya) ในปี พ.ศ.2511 ได้ใช้น้ำด่าง (Alkaline Water) ที่ผลิตจากเครื่องใช้ไฟฟ้า รักษาผู้ป่วยโรคร้ายในลำไส้และทำการตรวจโดยกล้องส่องลำไส้ พบว่าสามารถรักษาโรคร้ายได้ ต่อมาในปี 2547 จึงมีการเสนอให้ใช้น้ำอัลคาไลน์ (Alkaline Water) ในการช่วยป้องกันและรักษาโรคร้ายที่มหาวิทยาลัยคิวชู จังหวัดฟูกูโอกะ ประเทศญี่ปุ่น อีกทั้งผลการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำอัลคาไลน์ โดย Jamie A. Koufman ได้ศึกษาเรื่อง Potential Benefits of pH8.8 Alkaline Drinking Water as an Adjunct in the Treatment of Reflux Disease พบว่า น้ำด่างอัลคาไลน์ ที่มีค่า pH 8.8 มีความแตกต่างจากน้ำดื่มแบบธรรมดาปกติ โดยน้ำด่างที่มีค่า pH 8.8 มีคุณสมบัติยับยั้งน้ำย่อย pepsin ให้อยู่ในรูป inactive แบบ irreversible ดังนั้นการบริโภคน้ำอัลคาไลน์อาจมีผลประโยชน์ทางการแพทย์ สำหรับผู้ที่เป็โรคกรดไหลย้อนได้

ในเมื่อทุกคนทราบกันดีว่า น้ำนั้นสำคัญต่อร่างกายอย่างมาก ดังนั้นคุณภาพของน้ำที่ใช้ดื่มจึงสำคัญยิ่งยวดไม่แพ้ปริมาณของน้ำที่เราดื่มเช่นกันเพื่อที่จะรักษาความแข็งแรงและสมบูรณ์ของสุขภาพของเรา ร่างกายของเราถูกออกแบบมาให้เป็นอัลคาไลน์ และถูกออกแบบมาให้ทำงานในโหมดอะซิติก น้ำอัลคาไลน์จึงเหมาะกับร่างกายของเราที่สุด

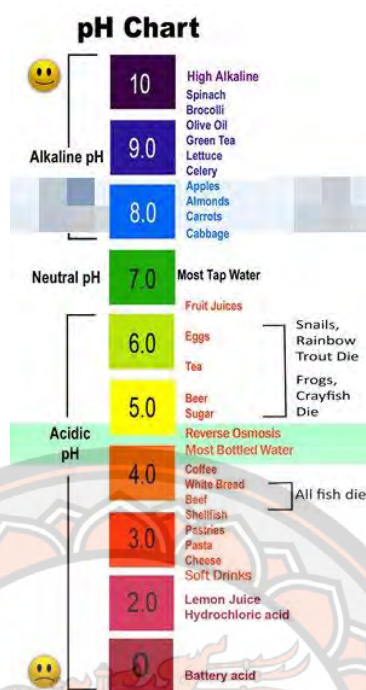
แพทย์เตือน ดื่มน้ำด่างต้านมะเร็ง อันตรายไหม้อวัยวะภายใน

แหล่งข่าวจากแพทย์ โรงพยาบาลรัฐบาลชื่อดังแห่งหนึ่งซึ่งไม่ต้องการเปิดเผยตัว แต่ได้ฝากทีมงาน [MThai News](#) แจ้งเตือนประชาชนเกี่ยวกับ “การดื่มน้ำด่าง” โดยเฉพาะ น้ำด่างเข้มข้น บรรจขวด เนื่องจากหากผสมสัดส่วนไม่ดีจะมีคุณสมบัติกัดกร่อน ระคายเคืองจนปากหลุดอาหาร กระเพาะลำไส้ ไหม้เป็นแผลเป็นได้ รวมทั้งยังไม่มีข้อมูลสรุปทางการแพทย์ที่ยืนยันคุณสมบัติการรักษาโรค มะเร็ง ของ น้ำด่าง แต่อย่างใด

ทีมงาน MThai ได้ขอข้อมูลจากแพทย์ที่แจ้งข่าว และได้ศึกษาเพิ่มเติมพบว่า น้ำด่างเข้มข้น ที่เป็นปัญหามีผู้ป่วยหลายรายหลงเชื่อดื่มเข้าไปจนต้องเข้ารับการรักษานั้น ขวดมีลักษณะดังในภาพ



และเมื่อทดสอบความเป็นกรดต่างแล้ว มีค่า PH 12 ซึ่งมีความเป็นด่างใกล้เคียงกับโซดาไฟ (PH 13) ซึ่งโซดาไฟมีฤทธิ์กัดกร่อนอย่างไร คงจะเข้าใจได้ไม่ยาก โดยบรรยายว่าทำจากการบ่มน้ำขี้เถ้าไม้เนื้ออ่อนตามธรรมชาติ ช่างขวดแนะนำให้ผสม “น้ำด่างเข้มข้น” นี้กับน้ำเปล่าเพื่อเจือจางก่อนดื่ม แต่ก็พบว่า ค่า PH เท่ากับ 9 (และถ้าต้องการเครื่องดื่มที่มี PH ประมาณ 9 ก็สามารถดื่มชาก็ได้)



ทั้งนี้เนื่องจากกระแสของน้ำด่าง ที่หลายคนเรียกเป็นสินค้าใหม่ว่า **Alkaline water** อ้างว่าสามารถ ต้านมะเร็ง ปรับสมดุลกรดในร่างกาย ล้างลำไส้ ช่วยการดูดซึมอาหาร ชะลอความแก่ ซึ่งในต่างประเทศก็มีการถกเถียงคัดค้านเช่นกัน โดยที่กระแสนี้ มาจากแนวท่วงความรู้ที่ว่า เซลล์มะเร็งจะเติบโตได้ดีในสภาพกรด เช่น กินเนื้อสัตว์มาก ๆ ท้องผูกมีของเสียในร่างกาย อันเป็นสภาวะไว (เป็นสภาวะเป็นกรด) การทานอาหารรสหวาน (จะถูกย่อยเป็นสารอาหารฤทธิ์เป็นกรด) และแนะนำว่า พวกเขาควรประพฤติตัวเพิ่มความสมดุล ด้วยการเพิ่มด่างให้แก่ร่างกาย คือ การออกกำลังกาย (เพื่อหายใจออกออกซิเจนเข้าไป) ไม่อ้วนเป็นสภาวะ ทานผักมาก ๆ (เป็นด่าง) และรักษาสุขภาพจิตให้ดี

ดังนั้น จึงมีคนเกาะกระแสทำ **น้ำด่างเข้มข้น** เพื่อขายให้ดื่ม (และแนะนำว่าให้ดื่มแบบเจือจางก่อน) ส่วนต่างชาติก็โหมกระแส **น้ำด่าง** สำหรับดื่มเช่นกัน (แต่เป็นน้ำด่างที่ป่มจากสารประกอบแคลเซียม และโพแทสเซียม) โดยอ้างว่ามี PH ประมาณ 8-9 รวมทั้งขายเครื่องทำน้ำด่างไว้ดื่มเอง

ทั้งนี้ ทีมแพทย์ดังกล่าวได้ เสนอผลสรุปวิจัยจากแพทย์ต่างชาติซึ่งบอกว่า

- เลือดของคนเรามีค่า PH ประมาณ 7-7.4 ซึ่งมีความเป็นด่างอ่อนๆอยู่แล้ว ไม่จำเป็นต้องเพิ่มความด่างให้แก่เลือดอีก

- กระเพาะของคนเรามีค่าเป็นกรด เพื่อย่อยอาหาร การเจือจางน้ำย่อยด้วยด่างก็ยิ่งทำให้ย่อยไม่ดี แต่ถึงอย่างไร ร่างกายจะพยายามปรับสมดุลจนน้ำย่อยทำงานได้
- และสุดท้าย เมื่อไปถึงลำไส้ น้ำย่อยจากตับอ่อน มีค่าเป็นด่างอยู่แล้วอยู่ดี

ถึงแม้ไม่ได้ดื่มด่างใด ๆ แค่น้ำเปล่าปกติ พอถึงลำไส้ก็เป็นด่าง ซึมเข้ากระแสเลือดเป็นด่างอยู่แล้วและยืนยันว่า การรับประทานอาหารให้สมดุลครบห้าหมู่ หลีกเลียงอาหารทอด ปรุงย่าง ออกกำลังกายอย่างเพียงพอ พักผ่อนเพียงพอและไม่เครียด ก็สามารถต่อต้านโรคมะเร็งได้อย่างมีประสิทธิภาพอยู่แล้ว (ส่วน ผัก ผลไม้ สีแดง สีเหลือง และข้าวกล้อง ต้านมะเร็งก็มีส่วนที่เป็นความจริง และกระทำได้โดยไม่มีพิษภัย)

อ้างอิงข้อมูลจาก

- Building strong muscles can lead to strong bones. Dr. Gabe Mirkin, Special to the Washington Times, 9 March 2003, The Washington Times.
- Snake oil and water. (Chemfusion) Schwarcz, Joe, 1 April 2010, Canadian Chemical News.
- The Healthy Skeptic; It'll quench your thirst, of course; But whether ionized water can slow aging and fight disease is another matter. Chris Woolston, 22 January 2007, Los Angeles Times.

| ประเด็นในการประเมิน | แบบวัด |
|--------------------------------------|---|
| ด้านทักษะการนิยาม | <p>ข้อ 1 เข้านี้คุณแม่ของพัตซาตื่นขึ้นมาแล้วเดินตรงไปยังห้องครัว จากนั้นก็หยิบผลไม้มาทานขณะท้องว่าง เพราะคุณแม่บอกว่า การทานผลไม้ตอนท้องว่างจะช่วยให้ร่างกายการดูดซึมสารต่าง ๆ ในผลไม้ได้อย่างเต็มที่ แต่ตัวพัตซากับรู้ข้อมูลในเชิงตรงข้าม ซึ่งไม่ตรงกับที่คุณแม่บอก จึงรู้สึกว่าจะเลือกซื้อผลไม้ที่ได้รับมานั้นขัดแย้งกันจึงเกิดความสงสัยว่าจะเลือกซื้อข้อมูลจากคุณแม่หรือข้อมูลที่ตนเองรู้มาก่อน สรุปว่าพัตซาควรจะทำอย่างไรต่อหรือจะสืบค้นความจริงและหาเหตุผลโต้แย้งคำกล่าวของคุณแม่โดยการพิสูจน์ตรวจสอบข้อเท็จจริงจากหลักฐานต่าง ๆ มาเพื่อให้ได้คำตอบที่สมเหตุสมผลและเป็นคำตอบใหม่ว่าความจริงแล้วการทานผลไม้ตอนท้องว่างจะช่วยให้ร่างกายการดูดซึมสารต่าง ๆ ในผลไม้ได้อย่างเต็มที่จริงหรือไม่จริง</p> |
| การระบุจุดสำคัญของประเด็นปัญหา | <p>ประเด็นคำถาม</p> <p>1.1 จากข้อความที่กล่าวมานั้น จะนิยามตั้งคำถามปัญหานี้ได้อย่างไร</p> |
| การลงข้อสรุป | <p>1.2 นักเรียนคิดว่าจะสรุปข้อความดังกล่าวนี้ได้ว่าอย่างไร และจะใช้ข้อมูลอะไรที่จะนำมาสนับสนุนในประเด็นข้อสรุป</p> |
| การระบุเหตุผลทั้งที่ปรากฏและไม่ปรากฏ | <p>1.3 มีเหตุผลใดที่จะนำมาสนับสนุนข้อเท็จจริงนี้ได้ ซึ่งต้องตัดสินใจว่าจะเลือกเชื่อเพราะอะไร เลือกไม่เชื่อเพราะอะไร โดยให้เหตุผลประกอบ</p> |
| การตั้งคำถามที่เหมาะสมในสถานการณ์ | <p>1.4 ถ้าพัตซาจะตั้งคำถามโต้แย้งกับปัญหานี้ได้ว่าอย่างไร</p> |

| ประเด็นในการประเมิน | แบบวัด |
|---|--|
| การระบุเงื่อนไขข้อตกลง | 1.5 นักเรียนคิดว่าข้อความที่ได้กล่าวว่าการทานผลไม้ตอนท้องว่างจะช่วยให้ร่างกายการดูดซึมสารต่าง ๆ ในผลไม้ได้อย่างเต็มที่ เป็นจริงหรือไม่จริง จะลงข้อสรุปนี้ได้อย่างไรและเพราะอะไร |
| ทักษะการตัดสินใจ | ข้อ 2 พรประภาได้กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษาในหัวข้อเรื่อง การเติมน้ำต่างสามารถปรับสมดุลความเป็นกรด-ด่างในร่างกายได้หรือไม่ และได้สืบค้นรวบรวมหลักฐานที่จะใช้ในการศึกษาประเด็นปัญหา โดยพรประภา นั้นได้รวบรวมข้อมูลหลักฐานได้แก่ ฉลากบนขวดน้ำต่าง ข้อมูลจากโรงงานที่ผลิตน้ำต่าง อย่าง เจ้าของโรงงาน พนักงานในโรงงาน หนังสือ ที่ปรากฏผู้แต่ง เจ้าของโรงพิมพ์ ปีที่พิมพ์ ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นอินเทอร์เน็ต จากบล็อกส่วนตัว ข้อมูลจากผู้บริโภคน้ำต่าง ข้อมูลจากโฆษณาทางโทรทัศน์ ข้อมูลจากป้ายโฆษณา ข้อมูลจากนักวิชาการ ข้อมูลจากแพทย์ ข้อมูลจากเพื่อนร่วมชั้นเรียน |
| การตัดสินใจ | ประเด็นคำถาม 2.1 ให้ตัดสินใจว่าข้อมูลที่พรประภาได้สืบค้นมา มีข้อมูลใดเป็นข้อมูลเท็จ ข้อมูลจริง และดูได้จากสิ่งใดบ้าง พร้อมยกตัวอย่างมา |
| การตัดสินใจที่น่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล | 2.2 แหล่งข้อมูลที่ได้สืบค้นมานั้นมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ เพราะอะไรและข้อมูลมีความเพียงพอหรือไม่ ให้ยกตัวอย่างแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมา |
| การตัดสินใจเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา | 2.3 เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อมูลหลักฐานที่พรประภาได้สืบค้นมา มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาหรือไม่ เพราะอะไร |

| ประเด็นในการประเมิน | แบบวัด |
|---|--|
| การพิจารณาความ สอดคล้อง | 2.4 ให้พิจารณาว่าข้อมูลหลักฐานที่พรประภาได้สืบค้นมา มีความสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่จะศึกษาหรือไม่ อย่างไร |
| ทักษะการอ้างอิงในการ แก้ไขปัญหาและการ สรุปอย่างสมเหตุสมผล | ข้อ 3 จากข้อมูลในเว็บไซต์หนึ่งซึ่งได้มีการอ้างอิง แหล่งที่มาของข้อมูลที่ชัดเจนได้พูดถึงประเด็น การดื่มน้ำต่างสามารถปรับสมดุลความเป็นกรด-ด่างในร่างกายได้หรือไม่ โดยได้มีการกล่าวว่า “การดื่มน้ำต่าง” โดยเฉพาะ น้ำต่างเข้มข้น บรรจุน้ำตาล ไม่สามารถปรับสมดุลความเป็นกรด-ด่างในร่างกายได้ เนื่องจากหากผสม สัดส่วนไม่ดีจะมีคุณสมบัติกัดกร่อน ระคายเคืองจนปาก หลอดอาหาร กระเพาะลำไส้ ไหม้เป็นแผลเป็นได้ จากการ ทดลองในห้องปฏิบัติการ แต่อีกแหล่งข้อมูลจากบล็อก ส่วนตัวซึ่งไม่ได้ระบุที่มาที่ชัดเจนได้พูดถึง การดื่มน้ำต่างว่า สามารถปรับความเป็นกรด-ด่างในร่างกายได้แต่ขาด หลักฐานอื่น ๆ มาสนับสนุนความน่าเชื่อถือซึ่งดูขัดแย้งกัน ระหว่างสองข้อมูลนี้ |
| การอ้างการตัดสินใจใน การสรุปอย่าง สมเหตุสมผล | ประเด็นคำถาม 3.1 นักเรียนจะเลือกเชื่อหรือไม่เลือกเชื่อและนักเรียนคิดว่า ข้อสรุปเป็นจริงหรือไม่เป็นจริงอย่างไรและจงให้เหตุผลที่ สนับสนุนความคิดแล้วจงสรุปว่าการดื่มน้ำต่างสามารถ ปรับสมดุลความเป็นกรด-ด่างในร่างกายได้หรือไม่ |

| ประเด็นในการประเมิน | แบบวัด |
|---|--|
| <p>ทักษะการอ้างอิงในการ แก้ไขปัญหาและการ สรุปอย่างสมเหตุสมผล</p> | <p>ข้อ 4 พอใจเกิดอาการปวดบริเวณท้องส่วนบนตั้งแต่บริเวณใต้ลิ้นปี่ลงไปถึงเหนือสะดือจึงได้ไปหาหมอ โดยหมอได้วินิจฉัยแล้วพบว่าพอใจเป็นโรคกระเพาะอาหารซึ่งเกิดจากการที่มีกรดในกระเพาะอาหารมากเกินไป จึงได้ให้ยาลดกรดมาทาน โดยยาลดกรดที่หมอให้มามีอยู่หลายยี่ห้อและหลายชนิดไม่ว่าจะเป็นยาลดกรดชนิดน้ำหรือยาลดกรดชนิดเม็ด ซึ่งมีส่วนประกอบของสารในยาลดกรดที่แตกต่างกัน เช่น คาร์บอเนต ไฮดรอกไซด์ ไฮโดรเจน คาร์บอเนต และซิลิเกต ทำให้พอใจเกิดความสงสัยว่ายาลดกรดแต่ละชนิดอาจจะมีประสิทธิภาพในการลดกรดที่ต่างกันไป ดังนั้นพอใจจึงได้ทำการทดลองโดยการไทเทรตเพื่อหาปริมาณสารลดกรดในยาลดกรดชนิดต่าง ๆ พบว่ายาลดกรดชนิดที่มีส่วนประกอบของไฮดรอกไซด์มีปริมาณสารลดกรดในยาลดกรดมากที่สุด อีกทั้งได้รวบรวมข้อมูลที่ได้สืบค้นมา ได้แก่ หนังสือเกี่ยวกับยาลดกรด จากการสัมภาษณ์เภสัชกร และอินเทอร์เน็ตจากบล็อกส่วนตัวที่ไม่ปรากฏแหล่งข้อมูลที่ชัดเจน เพื่อที่จะหาคำตอบเพื่อเป็นผลในการเลือกซื้อยาลดกรดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด</p> |
| <p>การอ้างอิงการตัดสินใจในการสรุปอย่างสมเหตุสมผล</p> | <p>ประเด็นคำถาม</p> <p>4.1 ยาลดกรดชนิดที่มีส่วนประกอบของไฮดรอกไซด์มีปริมาณสารลดกรดในยาลดกรดมากที่สุด ให้นักเรียนสรุปนิรนัยและมีข้อมูลหลักฐานอะไรมายืนยันข้อสรุปดังกล่าวให้มีความตรงตามมาอย่างน่าเชื่อถืออย่างมีเหตุผลและจะสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเลือกซื้อยาลดกรดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด</p> |



ประวัติผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยพระนคร

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล ธีฎกมล ศักดิ์สูง
วัน เดือน ปี เกิด 15 สิงหาคม 2537
ที่อยู่ปัจจุบัน 290 หมู่ 1 ตำบลจันทจว่าใต้ อำเภอแม่จัน
จังหวัดเชียงราย 57270

ประวัติการศึกษา
พ.ศ. 2560 วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

