



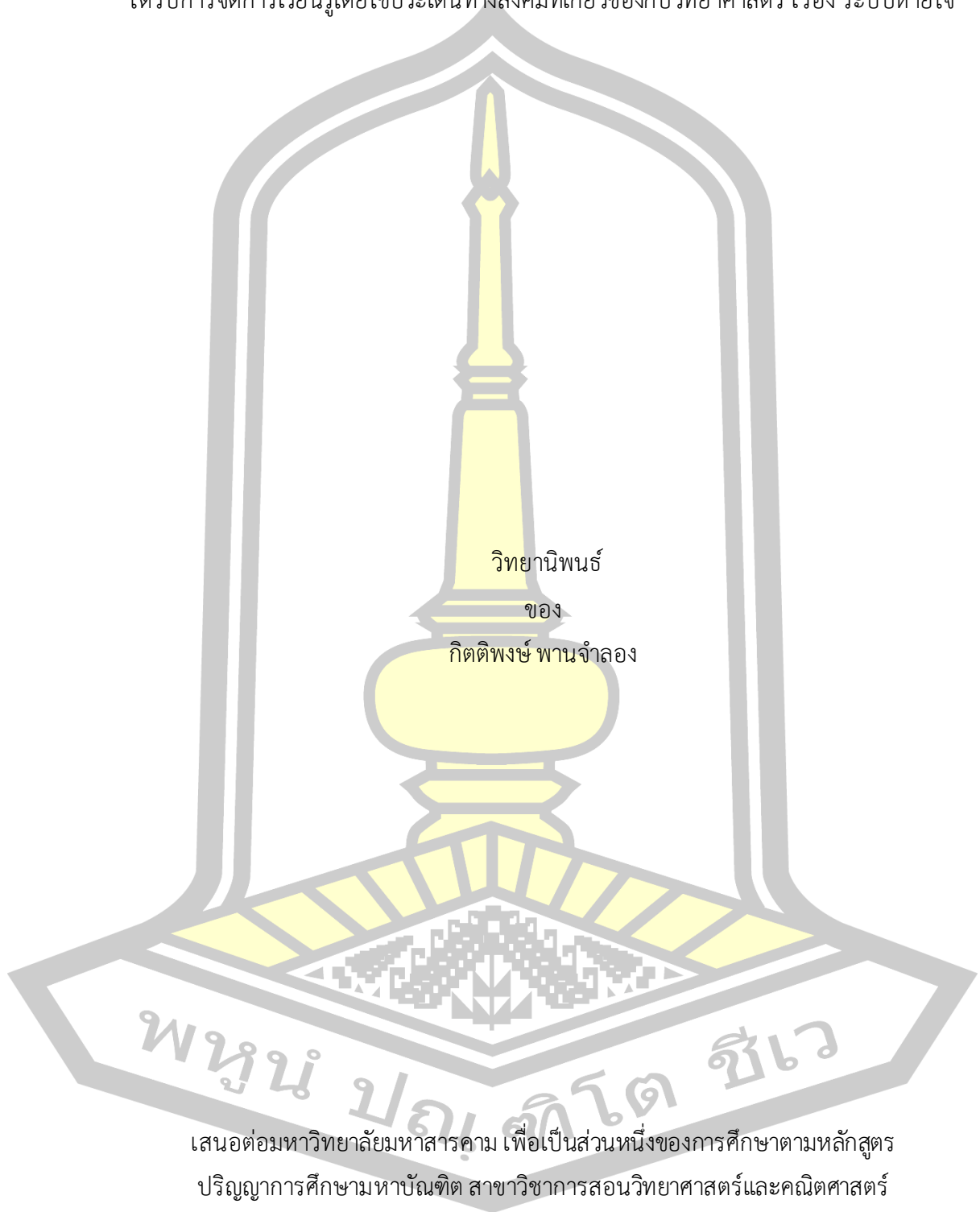
การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่
ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ

วิทยานิพนธ์
ของ
กิตติพงษ์ พานจำลอง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
กันยายน 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่
ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ



วิถยานิพนธ์

ของ

กิตติพงษ์ พานจำลอง

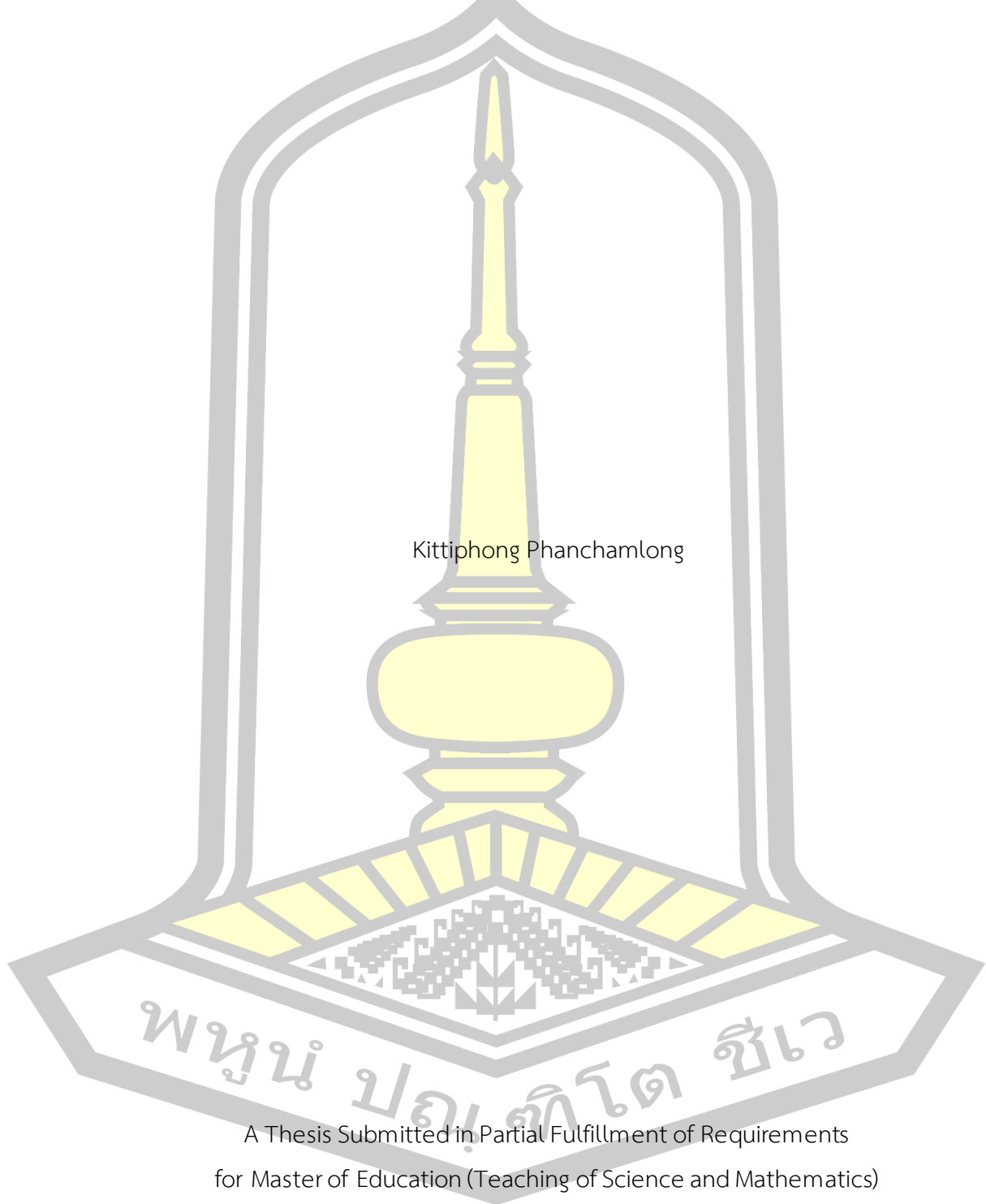
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

กันยายน 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Developing Scientific Explanation of Grade 11 Students through Socio-scientific Issues

Respiratory System



Kittiphong Phanchamlong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

September 2023

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายกิตติพงษ์ พานจำลอง
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. สุมาลี ชุกำแพง)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม)

กรรมการ

(ผศ. ดร. สุธิตาวรรดา พลเยี่ยม)

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. สมทรง สิทธี)

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม หลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย
มหาสารคาม

(รศ. ดร. ขวลิต ชุกำแพง)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

| | | | |
|-------------------------|---|-------------------|--------------------------------|
| ชื่อเรื่อง | การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ | | |
| ผู้วิจัย | กิตติพงษ์ พานจำลอง | | |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม | | |
| ปริญญา | การศึกษามหาบัณฑิต | สาขาวิชา | การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ |
| มหาวิทยาลัย | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม | ปีที่พิมพ์ | 2566 |

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบหายใจ กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 17 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จำนวน 9 แผน เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผล ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ แบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน และอนุทินของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานดำเนินการวิจัย 3 วงจรปฏิบัติการ

ผลการวิจัยพบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 3.82 จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 31.86 ยังไม่มีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทำการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยปรับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ให้มีความใกล้เคียงกับบริบทในชีวิตประจำวันของนักเรียนมากขึ้น เพิ่มกลยุทธ์แสดงตัวอย่างและวิเคราะห์คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 7.47 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 62.25 มีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป จำนวน 14 คน และนักเรียนที่คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป จำนวน 3 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ทำการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยกระตุ้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้ และแสดงความคิดเห็นของตนเองกับเพื่อนภายในกลุ่มให้มากยิ่งขึ้น ส่งผล

ให้นักเรียนมีคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 10.82 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 90.20 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไปทั้งหมด 17 คน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

คำสำคัญ : การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์, การวิจัยเชิงปฏิบัติการ, การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์, ระบบหายใจ



| | | | |
|-------------------|---|--------------|-------------------------------------|
| TITLE | Developing Scientific Explanation of Grade 11 Students through Socio-scientific Issues Respiratory System | | |
| AUTHOR | Kittiphong Phanchamlong | | |
| ADVISORS | Associate Professor Prasart Nuangchalem , Ed.D. | | |
| DEGREE | Master of Education | MAJOR | Teaching of Science and Mathematics |
| UNIVERSITY | Maharakham University | YEAR | 2023 |

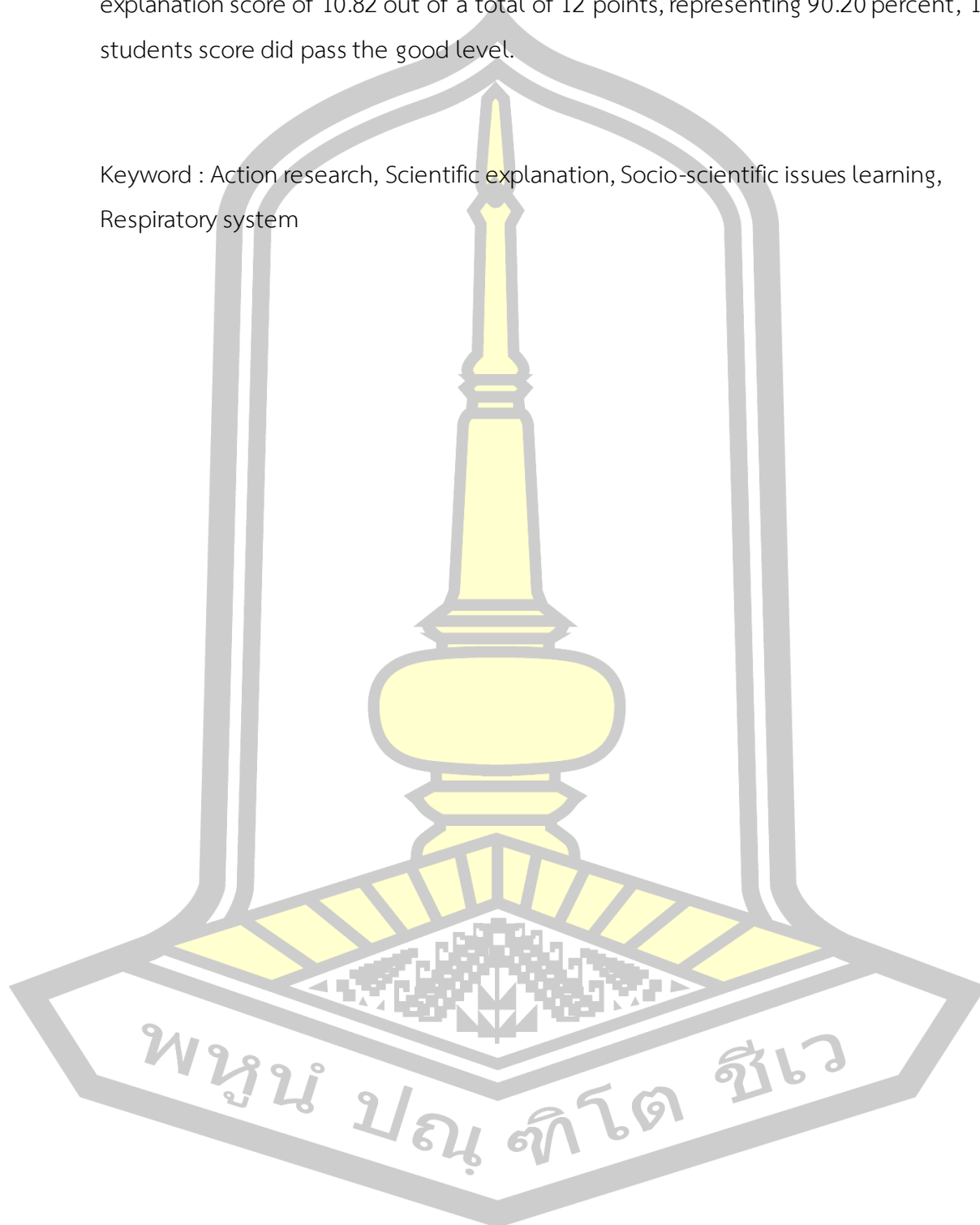
ABSTRACT

This action research aims to develop the scientific explanation ability of grade 11 students to pass the good level up using socio-scientific issues learning in biology on the topic respiratory system. The target group consisted of 17 students in grade 11 students at Maharakham University Demonstration School (Secondary). The research instrument was: plan of instrument using socio-scientific issues learning, nine lesson plans. The instruments used to reflect the results were: scientific explanation test, student behavior observation, semi structure interviews, and student journal. The data were analyzed by percentage, average, and standard deviation. Action research is completed in three cycles.

The results showed in the first cycle, 17 students score did not pass the good level, students received an average scientific explanation score of 3.82 out of a total of 12 points, representing 31.86 percent. In the second cycle, develop and improve problems from the first cycle, adapting socio-scientific issues to be more closely related to the context in students' daily lives, add demonstration strategies and analyze scientific explanation during learning activities, students received an average scientific explanation score of 7.47 out of a total of 12 points, representing 62.25 percent, 14 students score did pass the good level, 3 students score did not pass the good level. In the third cycle, develop and improve problems from the second cycle, encouraging students to share their knowledge and express their

opinions with their peers more than ever, students received an average scientific explanation score of 10.82 out of a total of 12 points, representing 90.20 percent, 17 students score did pass the good level.

Keyword : Action research, Scientific explanation, Socio-scientific issues learning, Respiratory system



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่คอยให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนความช่วยเหลืออื่น ๆ เป็นอย่างดีจึงจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี ชุกกำแพง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฐิติวรดา พลเยี่ยม กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมทรง สิทธิ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ชี้แนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ และทำให้ผู้วิจัยเกิดประสบการณ์ในการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน รองศาสตราจารย์ ดร. วราพร เอราวรรณ อาจารย์ ดร. วุฒิสักดิ์ บุญแน่น อาจารย์นพนันท์ คณิตไธสง และอาจารย์ทิพวรรณ พิลา ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยสิทธิ์ สิทธิเวช ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ที่อนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตลอดจนคณะอาจารย์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)ทุกท่านและนักเรียนที่เกี่ยวข้องทุกคน

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัยที่คอยให้การสนับสนุน คอยให้กำลังใจ ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่มีส่วนทำให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

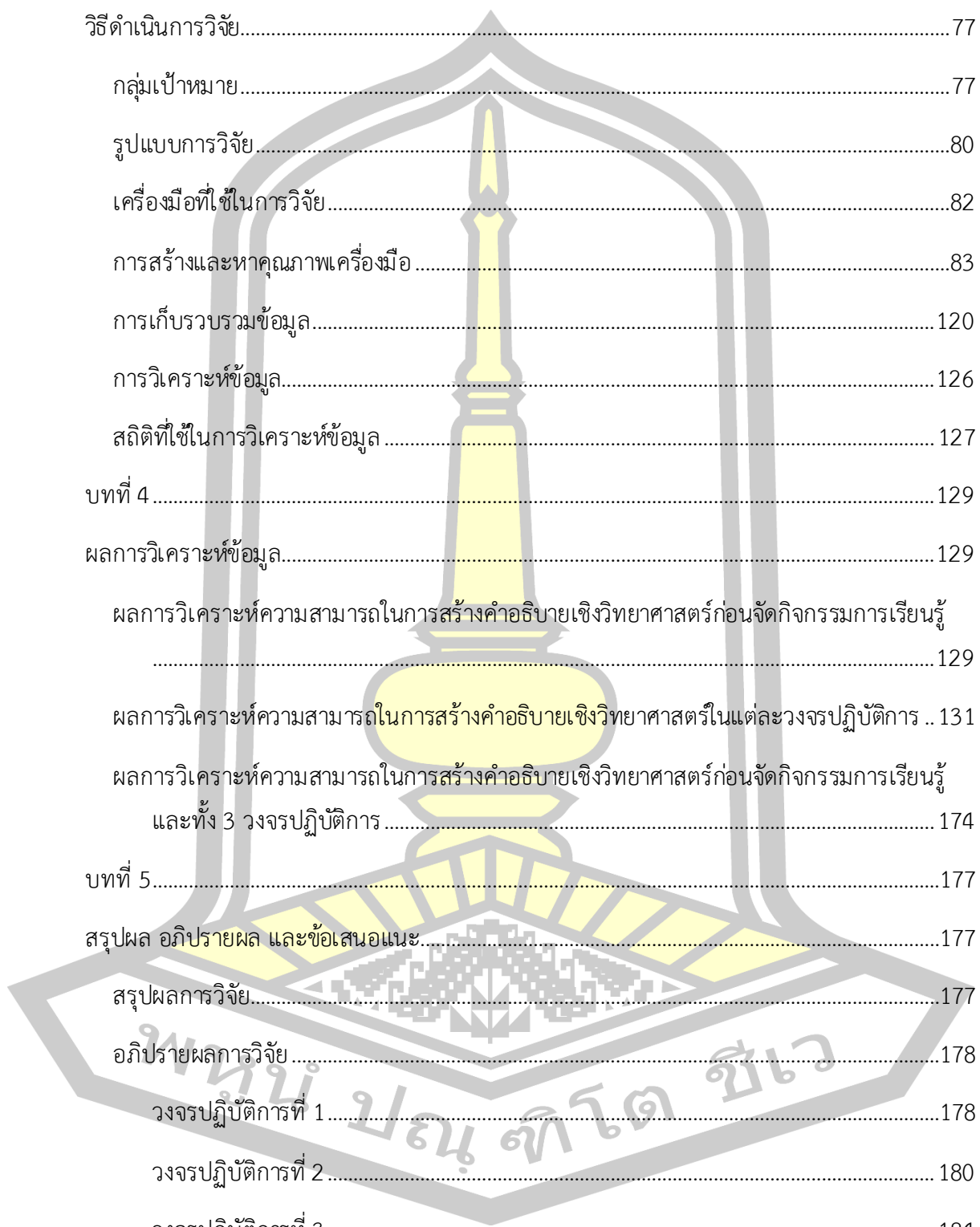
กิตติพงษ์ พานจำลอง

พูน ปณ ทิโต ชีเว

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | ฉ |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ช |
| สารบัญ..... | ฅ |
| สารบัญตาราง..... | ฉ |
| สารบัญภาพ..... | ค |
| บทที่ 1..... | 1 |
| บทนำ..... | 1 |
| ภูมิหลัง..... | 1 |
| ความมุ่งหมายของงานวิจัย..... | 4 |
| ความสำคัญของงานวิจัย..... | 4 |
| ขอบเขตของงานวิจัย..... | 4 |
| นิยามศัพท์เฉพาะ..... | 5 |
| บทที่ 2..... | 8 |
| เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 8 |
| หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)..... | 8 |
| บริบทโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)..... | 20 |
| การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์..... | 23 |
| การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์..... | 48 |
| การวิจัยเชิงปฏิบัติการ..... | 62 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 68 |

| | |
|---|-----|
| บทที่ 3 | 77 |
| วิธีดำเนินการวิจัย..... | 77 |
| กลุ่มเป้าหมาย..... | 77 |
| รูปแบบการวิจัย..... | 80 |
| เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... | 82 |
| การสร้างและหาคคุณภาพเครื่องมือ..... | 83 |
| การเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 120 |
| การวิเคราะห์ข้อมูล..... | 126 |
| สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 127 |
| บทที่ 4 | 129 |
| ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 129 |
| ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้..... | 129 |
| ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ .. | 131 |
| ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้และทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ..... | 174 |
| บทที่ 5..... | 177 |
| สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... | 177 |
| สรุปผลการวิจัย..... | 177 |
| อภิปรายผลการวิจัย..... | 178 |
| วงจรปฏิบัติการที่ 1..... | 178 |
| วงจรปฏิบัติการที่ 2..... | 180 |
| วงจรปฏิบัติการที่ 3..... | 184 |
| ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย..... | 188 |



| | |
|---|-----|
| บรรณานุกรม..... | 190 |
| ภาคผนวก..... | 202 |
| ภาคผนวก ก..... | 203 |
| ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบ หายใจ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5..... | 203 |
| ภาคผนวก ข..... | 243 |
| เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการวิจัย..... | 243 |
| ภาคผนวก ค..... | 275 |
| การประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้..... | 275 |
| ภาคผนวก ง..... | 288 |
| ผลการประเมินเครื่องมือที่ใช้ในสะท้อนการวิจัย..... | 288 |
| ภาคผนวก จ..... | 302 |
| หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย..... | 302 |
| ภาคผนวก ฉ..... | 308 |
| ตัวอย่างผลงานนักเรียน..... | 308 |
| ภาคผนวก ช..... | 318 |
| ตัวอย่างภาพการจัดกิจกรรม..... | 318 |
| ประวัติผู้เขียน..... | 322 |



สารบัญตาราง

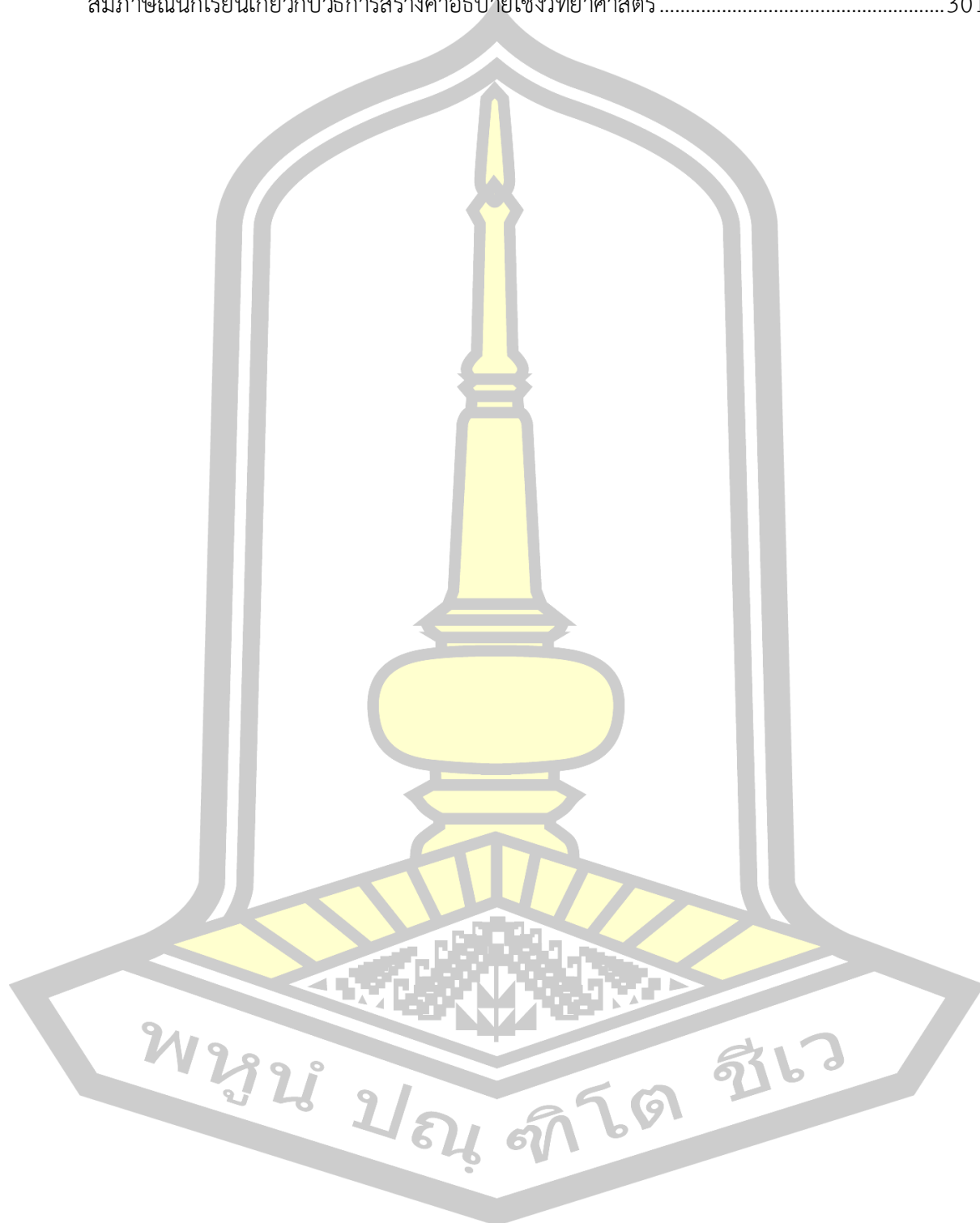
| | หน้า |
|---|------|
| ตารางที่ 1 สารการเรียนรู้ ประเด็นที่เกี่ยวข้อง และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ | 5 |
| ตารางที่ 2 โครงสร้างรายวิชาชีววิทยา 3..... | 18 |
| ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (McNeill and Krajcik, 2008) | 32 |
| ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Wanloh and Nuangchalem, 2022)..... | 34 |
| ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (สันติชัย อนุวรชัย, 2553)..... | 35 |
| ตารางที่ 6 สรุปเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ปรับจาก McNeil and Krajcik, 2008)..... | 36 |
| ตารางที่ 7 เกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Wanloh and Nuangchalem, 2022)..... | 38 |
| ตารางที่ 8 เกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (สันติชัย อนุวรชัย, 2553)..... | 38 |
| ตารางที่ 9 เกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (เขมรรัฐ จุฑานฤปกิจ และคณะ, 2561)..... | 39 |
| ตารางที่ 10 เกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ศิริัญญา หิริโอ และคณะ, 2563)..... | 39 |
| ตารางที่ 11 สรุปเกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ปรับจาก เขมรรัฐ จุฑานฤปกิจ และคณะ, 2561)..... | 40 |
| ตารางที่ 12 พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (National Research Council, 1996)..... | 40 |
| ตารางที่ 13 พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Biological Science Curriculum Study, 2014)..... | 42 |

| | |
|---|-----|
| ตารางที่ 14 พฤติกรรมที่ต้องการวัดในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (สันติชัย อนูราชัย, 2553)..... | 43 |
| ตารางที่ 15 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ ขวัญฤทัย เทียงจันทราพิทย์ (2563)..... | 61 |
| ตารางที่ 16 คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนจัดกิจกรรม การเรียนรู้..... | 78 |
| ตารางที่ 17 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบหายใจ ร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ (SSI)..... | 84 |
| ตารางที่ 18 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้..... | 108 |
| ตารางที่ 19 เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ปรับจาก McNeil and Krajcik, 2008)..... | 111 |
| ตารางที่ 20 เกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ . | 113 |
| ตารางที่ 21 พฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์..... | 115 |
| ตารางที่ 22 เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ | 116 |
| ตารางที่ 23 แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับวิธีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์..... | 119 |
| ตารางที่ 24 แผนปฏิบัติงานในแต่ละวงจรปฏิบัติการ..... | 121 |
| ตารางที่ 25 คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้..... | 129 |
| ตารางที่ 26 คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1..... | 138 |
| ตารางที่ 27 ปัญหาที่เกิดในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และแนวทางการแก้ไขปัญหา..... | 144 |
| ตารางที่ 28 คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2..... | 153 |
| ตารางที่ 29 ปัญหาที่เกิดในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และแนวทางการแก้ไขปัญหา..... | 160 |

| | |
|---|-----|
| ตารางที่ 30 คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 | 168 |
| ตารางที่ 31 ปัญหาที่เกิดในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และแนวทางการแก้ไขปัญหาในโอกาสต่อไป | 173 |
| ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนจัดกิจกรรมการ เรียนรู้และหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ | 174 |
| ตารางที่ 33 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการ จัดการเรียนรู้ที่ 1 | 279 |
| ตารางที่ 34 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการ จัดการเรียนรู้ที่ 2 | 280 |
| ตารางที่ 35 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการ จัดการเรียนรู้ที่ 3 | 281 |
| ตารางที่ 36 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการ จัดการเรียนรู้ที่ 4 | 282 |
| ตารางที่ 37 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการ จัดการเรียนรู้ที่ 5 | 283 |
| ตารางที่ 38 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการ จัดการเรียนรู้ที่ 6 | 284 |
| ตารางที่ 39 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการ จัดการเรียนรู้ที่ 7 | 285 |

| | |
|--|-----|
| ตารางที่ 40 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการ จัดการเรียนรู้ที่ 8 | 286 |
| ตารางที่ 41 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการ จัดการเรียนรู้ที่ 9 | 287 |
| ตารางที่ 42 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การวัดความสามารถในการ สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ ในท้ายวงจรถูกปฏิบัติกรที่ 1 | 295 |
| ตารางที่ 43 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การวัดความสามารถในการ สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ ในท้ายวงจรถูกปฏิบัติกรที่ 2 | 295 |
| ตารางที่ 44 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การวัดความสามารถในการ สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ ในท้ายวงจรถูกปฏิบัติกรที่ 3 | 295 |
| ตารางที่ 45 ผลการพิจารณาความเหมาะสมระหว่างองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กับระดับเกณฑ์การให้คะแนน ท้ายวงจรถูกปฏิบัติกรที่ 1 | 296 |
| ตารางที่ 46 ผลการพิจารณาความเหมาะสมระหว่างองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กับระดับเกณฑ์การให้คะแนน ท้ายวงจรถูกปฏิบัติกรที่ 2 | 297 |
| ตารางที่ 47 ผลการพิจารณาความเหมาะสมระหว่างองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กับระดับเกณฑ์การให้คะแนน ท้ายวงจรถูกปฏิบัติกรที่ 3 | 298 |
| ตารางที่ 48 ผลการพิจารณาความเหมาะสมระหว่างช่วงคะแนนกับระดับความสามารถในการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ | 299 |
| ตารางที่ 49 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบสังเกตกับพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | 299 |
| ตารางที่ 50 ผลการพิจารณาความเหมาะสมระหว่างพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับระดับการให้คะแนนของเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมบ่งชี้ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ | 300 |

ตารางที่ 51 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างหัวข้อในการสัมภาษณ์และข้อความในการ
สัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับวิธีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....301



สารบัญภาพ

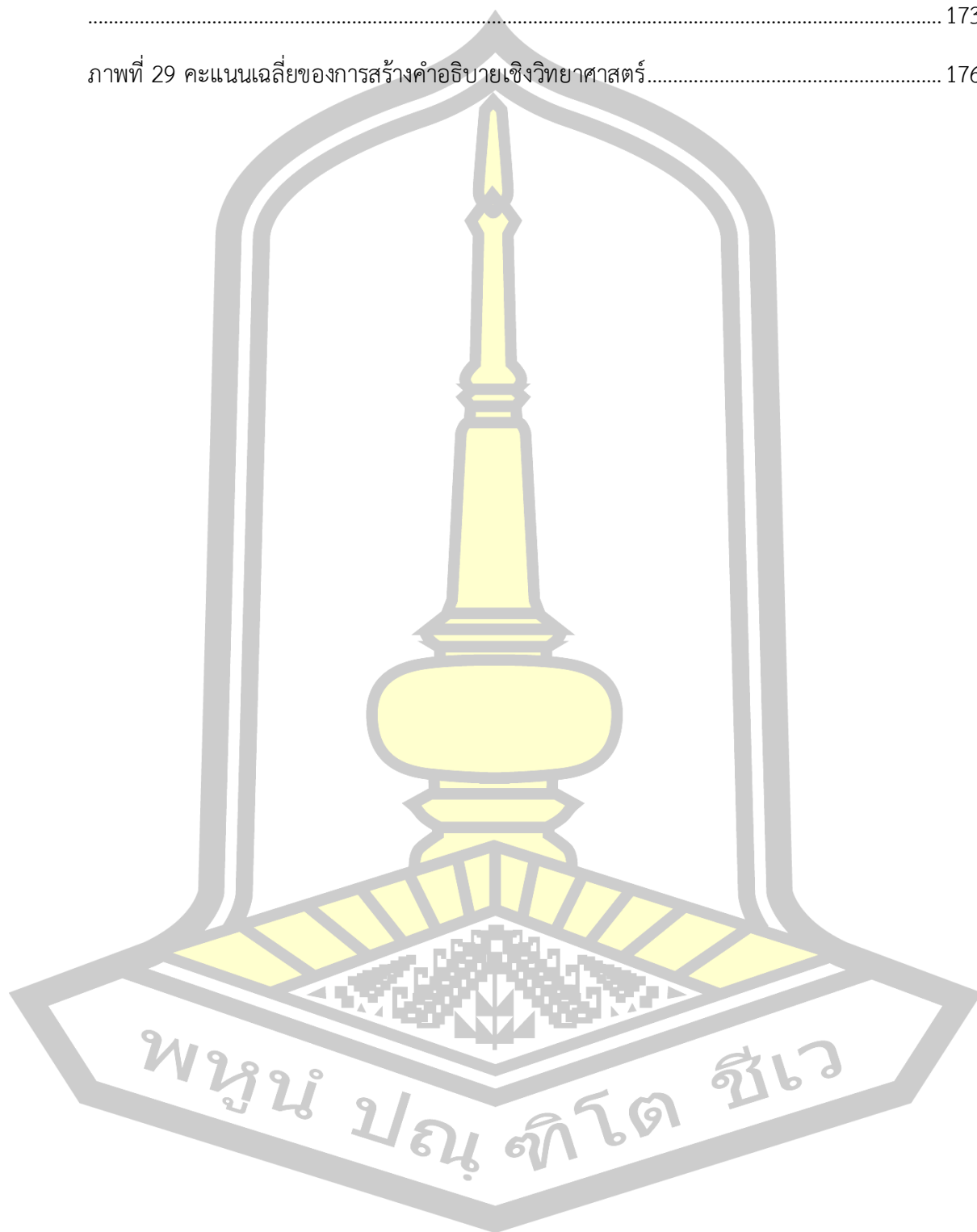
หน้า

| | | |
|-----------|--|-----|
| ภาพที่ 1 | วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการปรับตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988). | 80 |
| ภาพที่ 2 | ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุข้อกล่าวอ้างในวงจรปฏิบัติการที่ 1 | 134 |
| ภาพที่ 3 | ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุหลักฐานในวงจรปฏิบัติการที่ 1 | 136 |
| ภาพที่ 4 | ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุเหตุผลในวงจรปฏิบัติการที่ 1. | 138 |
| ภาพที่ 5 | ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุข้อกล่าวอ้างหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 1 | 140 |
| ภาพที่ 6 | ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุหลักฐานหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 1 | 140 |
| ภาพที่ 7 | ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการให้เหตุผลหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 1 | 141 |
| ภาพที่ 8 | ตัวอย่างคำตอบบนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง วงจรปฏิบัติการที่ 1 | 143 |
| ภาพที่ 9 | ตัวอย่างคำตอบบนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุหลักฐาน วงจรปฏิบัติการที่ 1 | 143 |
| ภาพที่ 10 | ตัวอย่างคำตอบบนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการให้เหตุผล วงจรปฏิบัติการที่ 1 | 144 |
| ภาพที่ 11 | ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุข้อกล่าวอ้างในวงจรปฏิบัติการที่ 2 | 149 |
| ภาพที่ 12 | ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุหลักฐานในวงจรปฏิบัติการที่ 2 | 151 |
| ภาพที่ 13 | ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุเหตุผลในวงจรปฏิบัติการที่ 2 | 153 |

| | |
|---|-----|
| ภาพที่ 14 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุข้อกล่าวอ้างหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 2..... | 155 |
| ภาพที่ 15 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุหลักฐานหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 2..... | 155 |
| ภาพที่ 16 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุเหตุผลหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 2..... | 156 |
| ภาพที่ 17 ตัวอย่างคำตอบบนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง วงจรปฏิบัติการ ที่ 2..... | 158 |
| ภาพที่ 18 ตัวอย่างคำตอบบนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุหลักฐาน วงจรปฏิบัติการที่ 2..... | 159 |
| ภาพที่ 19 ตัวอย่างคำตอบบนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการให้เหตุผล วงจรปฏิบัติการที่ 2 | 159 |
| ภาพที่ 20 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุข้อกล่าวอ้างในวงจรปฏิบัติการที่ 3..... | 163 |
| ภาพที่ 21 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุหลักฐานในวงจรปฏิบัติการที่ 3 | 165 |
| ภาพที่ 22 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุเหตุผลในวงจรปฏิบัติการที่ 3 | 167 |
| ภาพที่ 23 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุข้อกล่าวอ้างหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 3..... | 169 |
| ภาพที่ 24 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ | 170 |
| ภาพที่ 25 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุเหตุผลหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 3..... | 170 |
| ภาพที่ 26 ตัวอย่างคำตอบบนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง วงจรปฏิบัติการ ที่ 3..... | 172 |
| ภาพที่ 27 ตัวอย่างคำตอบบนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุหลักฐาน วงจรปฏิบัติการที่ 3..... | 172 |

ภาพที่ 28 ตัวอย่างคำตอบบอญุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการให้เหตุผล วงจรปฏิบัติการที่ 3 173

ภาพที่ 29 คะแนนเฉลี่ยของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์..... 176



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การจัดการศึกษาที่ดีมีคุณภาพ จะต้องตอบสนองบริบทต่าง ๆ ในสังคมหรือโลกที่เปลี่ยนแปลงไป โดยสามารถพัฒนาคนให้มีศักยภาพ เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์และรู้จักปรับตัวใช้ชีวิตประจำวันได้อย่างมีความสุข (กุลิสรา จิตรขณวณิช และเกศราพรรณ พันธุ์ศรีเกตุ คงเจริญ, 2563) โดยการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันที่เห็นได้เด่นชัดคือการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสังคม ส่งผลให้เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงไป เพื่อเตรียมนักเรียนให้มีความจำเป็นในการดำรงชีวิตแห่งศตวรรษที่ 21 การรู้วิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในทักษะสำคัญจำเป็นต่อการพัฒนาประเทศ การรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนสนใจ เข้าใจในเรื่องรอบตัว สามารถตั้งคำถามเกี่ยวกับข้อกล่าวอ้างของตนเองและผู้อื่นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ตลอดจนสร้างการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม สุขภาพ และการดำรงชีวิตที่ดีได้ (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558) โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์วิจารณ์ เข้าใจคำถามและปัญหาที่สามารถตรวจสอบผ่านทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยการสืบเสาะ สามารถตัดสินใจและให้คำอธิบายที่มีเหตุผลโดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์หรือหลักฐานที่มีความเชื่อถือตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560; Yuenyong and Narjaikaew, 2009) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงทำให้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องบูรณาการองค์ความรู้ต่าง ๆ ให้เข้ากับสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นในสังคมและเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ที่รู้วิทยาศาสตร์ (ฐิติวรดา พลเยี่ยม, 2563)

ความสามารถประการหนึ่งที่สะท้อนถึงคุณลักษณะความเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน นั่นก็คือ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Organisation for Economic Co-operation and Development: OECD, 2019) ซึ่งการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือข้อความที่ใช้สำหรับให้ความหมาย อธิบาย และการกล่าวอ้างในบริบททางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคำอธิบายที่สะท้อนผลการสังเกต การทดลองหรือการสืบค้นอื่น ๆ ที่เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ สามารถนำมาเชื่อมโยงกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับหลักฐานได้ (สันติชัย อนุวรชัย, 2557) ซึ่งการให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้น มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลายประการ เช่น ความสามารถในการให้เหตุผลและการตัดสินใจลงข้อสรุป ความเข้าใจในโมโนทัศน์ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมความเข้าใจทั้งเนื้อหาและกระบวนการ (McNeil and Krajcik, 2006) ช่วยให้

นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในลักษณะของการเชื่อมโยงหลักฐาน และอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ในภายหลัง ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสะท้อนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ (Ruiz-Primo et al., 2010) และการเน้นให้นักเรียนได้ฝึกอธิบาย จะช่วยกระตุ้นนักเรียนให้ใช้ทักษะการให้เหตุผล ตั้งคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์และตีความรูปแบบข้อมูล โดยเชื่อมโยงข้อมูลกับทฤษฎีเพื่อสร้างคำอธิบายสาเหตุของสถานการณ์นั้น ๆ ได้ (Nawani et al., 2018) นอกจากนี้การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ยังสะท้อนให้เห็นถึงการประมวลความรู้ การประยุกต์ความรู้ และการสื่อสารความรู้ ถูกต้องโดยมีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนอย่างสมเหตุสมผล ดังนั้น การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ดีต้องมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้ได้อย่างถูกต้อง (บุญญาพร แสงประเสริฐ และคณะ, 2564)

จากการสอบถามอาจารย์ผู้สอนเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) พบว่า โรงเรียนมุ่งพัฒนาความรู้ให้กับนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ไขปัญหาหรือแสวงหาคำตอบของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีเหตุผล และนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิต และสามารถใช้ความรู้ในการสอบเข้าศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นได้ อีกทั้งมุ่งพัฒนาความสามารถของนักเรียนในด้านการตัดสินใจโดยการคำนึงถึงผลกระทบต่อตนเองและสังคม สามารถเขียนตอบคำถามและแสดงจุดยืนของตนเองที่มีความเห็นต่างกับผู้อื่น โดยมีหลักฐานที่น่าเชื่อถืออธิบายสนับสนุนอย่างเพียงพอ สมเหตุสมผล สอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามจากการที่ผู้วิจัยเข้าสังเกตชั้นเรียนในรายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) พบว่า นักเรียนบางคนตอบคำถามและตัดสินใจโดยขาดการอ้างอิงหลักฐาน และการให้เหตุผลคือนักเรียนตอบเพียงข้อกล่าวอ้างสั้นๆ ซึ่งหลักฐานและการให้เหตุผลก็เป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่สำคัญในของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรได้รับการพัฒนา เพื่อเป็นการยืนยันปัญหาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบ วัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ สันติชัย อนวรชัย (2553) ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยครอบคลุม 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล ไปทดสอบกับนักเรียนห้องดังกล่าว จำนวน 33 คน พบว่า มีนักเรียนจำนวน 4 คน อยู่ในระดับดีมาก นักเรียนจำนวน 12 คน อยู่ระดับดี และอีก 17 คน อยู่ในระดับควรปรับปรุง ผู้วิจัยจึงเลือกนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับควรปรับปรุง จำนวน 17 คน เป็นกลุ่มเป้าหมายที่ต้องได้รับการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากประเด็นปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าหาวิธีสอนที่ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-scientific Issues; SSI) ในวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบนิเวศ โดยใช้ประเด็นหญ้าเทียม (ณัฐกฤษ ทองน้อย และคณะ, 2560) เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ โดยใช้ประเด็นการทำหมันสัตว์ (อรณิชา หงษ์เกิด

และคณะ, 2561) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยอิงสถานที่เป็นฐาน (Place-Based SSI) เรื่อง ระบบนิเวศในอุทยานแห่งชาติเยลโลว์สโตน (Herman et al., 2019) จากงานวิจัยดังกล่าวพบว่า ในการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน มีการนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยาในหน่วยการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับระบบร่างกายของมนุษย์และเกี่ยวกับสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้จัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบหายใจ ซึ่งเป็นเรื่องที่มีเนื้อหาส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับระบบร่างกายของมนุษย์ มีสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนและสังคมของนักเรียน เช่น ประเด็นบุหรี่ปัฟฟ้า และการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล เป็นต้น

ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้น เป็นประเด็นที่ยังคงถกเถียงกันในสังคม สาเหตุมาจากความแตกต่างทางความคิด (Evans, 2002) เป็นประเด็นที่ยังหาข้อสรุปไม่ได้ (Pipiomtapin and Topcu, 2016) และเป็นประเด็นที่มักเกี่ยวข้องกับคุณธรรม จริยธรรม (Sadler and Zeidler, 2005) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ไม่จำเป็นต้องมีขั้นตอนแน่นอน แต่ควรมีการนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาเป็นอันดับแรก เพื่อใช้เป็นตัวกำหนดบริบทในการจัดการเรียนรู้ (Sadler, 2011) ซึ่งการเรียนรู้แบบนี้มีประโยชน์ต่อผู้เรียนหลายด้าน เช่น ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ในส่วนของความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน (Sjoberg and Schreiner, 2005) ส่งเสริมทักษะ เช่น การตัดสินใจและการลงความเห็น (Lewis, 2003) การตีความหมายเพื่อประเมินคุณค่า ความน่าเชื่อถือของข้อมูลและข่าวสาร การอภิปรายอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ (Sadler and Zeidler, 2004; Kolsto et al., 2006) พัฒนาความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์และแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับประเด็นที่ศึกษา (Zohar and Nemet, 2002; Sadler and Zeidler, 2004) พัฒนาความสามารถคิดขั้นสูง คุณธรรม จริยธรรม (ประสาธน์ เนื่องเฉลิม, 2557) และส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ (Mahanani et al., 2019)

จากสภาพปัญหาและหลักการที่ได้กล่าวไปข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งเป็นการดำเนินการวิจัยควบคู่ไปกับการปฏิบัติงานของครู เพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น (Kemmis and McTaggart, 1988) เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้และช่วยพัฒนาคุณภาพการศึกษาของชาติต่อไป

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

ความสำคัญของงานวิจัย

1. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่สนใจนำวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไปใช้เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่สนใจนำวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไปใช้พัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยาให้อยู่ในระดับที่สูงขึ้น

ขอบเขตของงานวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 17 คน ที่มีปัญหาในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากนักเรียนในห้องทั้งหมด 33 คน โดยมีนักเรียนเข้าร่วมการวิจัยทั้งหมด 33 คน แต่รายงานผลการวิจัยเฉพาะ 17 คน ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย
2. ระยะเวลาที่ใช้ในงานวิจัย

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565
3. เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งนำมาเชื่อมโยงกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 14 ชั่วโมง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สารการเรียนรู้ ประเด็นที่เกี่ยวข้อง และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

| ลำดับ ที่ | สารการเรียนรู้ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | เวลา (ชั่วโมง) |
|--------------|--|--------------------------------|-------------------|
| 1 | การแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์บางชนิด | ปรากฏการณ์ซี ปลาหว | 2 |
| 2 | การแลกเปลี่ยนแก๊สของแมลง และสัตว์ปีก | การเผาไร้ข้าวโพด | 1 |
| 3 | โครงสร้างปอดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม | ฝุ่นละออง PM 2.5 | 2 |
| 4 | อวัยวะและโครงสร้างในระบบหายใจของมนุษย์ | การสร้างโรงไฟฟ้า ชีวมวล | 1 |
| 5 | การแลกเปลี่ยนแก๊สและการลำเลียงแก๊สของมนุษย์ | บุหรีไฟฟ้า | 2 |
| 6 | การควบคุมการหายใจของมนุษย์ | บุหรีไฟฟ้า | 1 |
| 7 | ความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับระบบหายใจของมนุษย์ | บุหรีไฟฟ้า | 2 |
| 8 | การหายใจเข้าและหายใจออกของมนุษย์ | โศกนาฏกรรม อิแทวอน | 1 |
| 9 | ปริมาณของอากาศในการหายใจเข้าและหายใจออก ของมนุษย์ | โควิด-19 กับการ แข่งขันกีฬา | 2 |
| รวม | | | 14 |

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยาที่นำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ที่เป็นประเด็นที่สามารถถกเถียงกันได้มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ เพื่อนำไปสู่การระบุดข้อ กล่าวอ้าง การสืบค้นข้อมูล สํารวจตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ การอธิบาย การตัดสินใจโดยการอ้างอิงหลักฐาน การให้เหตุผลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ และใช้ข้อควรคำนึงถึงสังคมประกอบการตัดสินใจด้วย ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ตามแนวคิดของ Sadler et al. (2017) โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเผชิญกับประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ (Encounter Focal Issue) เป็นขั้นที่นักเรียนได้รับรู้และเผชิญกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จากการที่ครูได้คัดสรรและหยิบยกขึ้นมาเสนอในชั้นเรียนผ่านสื่อต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย

โดยครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างหรือคำตอบเบื้องต้นที่เกี่ยวกับประเด็นนั้น ๆ ระบุข้อควรคำนึงถึงสังคม และระบุความเชื่อมโยงประเด็นเหล่านั้นกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียนลงในใบกิจกรรม โดยมีครูคอยอำนวยความสะดวก

ขั้นที่ 2 ขั้นเรียนรู้จากประเด็นปัญหา (Engage With) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้เรียนรู้เนื้อหาที่จะเรียนที่สอดคล้องกับประเด็นปัญหา แล้วตอบคำถามในใบงาน ครูและนักเรียนเฉลยใบงานร่วมกัน จากนั้นนักเรียนสืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาระบุเป็นหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และให้เหตุผลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พร้อมบันทึกลงในใบกิจกรรม ต่อมานักเรียนแต่ละกลุ่มนำคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มาใช้ในการอธิบาย การตัดสินใจ โดยใช้ข้อควรคำนึงถึงสังคมมาประกอบการตัดสินใจด้วย ซึ่งมีครูคอยอำนวยความสะดวกและดูแลให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเคราะห์แนวคิดและแนวทางปฏิบัติ (Synthesize Key Ideas and Practices) เป็นขั้นที่นักเรียนได้สังเคราะห์ความคิดหลักและแนวทางปฏิบัติจากกระบวนการเรียนรู้ผ่านการสะท้อนความคิดของตนเองที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษา ซึ่งจะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยบันทึกลงในใบกิจกรรม

2. การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสร้างข้อความเพื่ออธิบายสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการให้เหตุผล เพื่อเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานเชิงประจักษ์กับข้อกล่าวอ้างหรือคำตอบเบื้องต้นของคำถามที่ศึกษา ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้องค์ประกอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2006) ซึ่งมีอยู่ 3 องค์ประกอบดังนี้

2.1 ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อยืนยันหรือคำตอบเบื้องต้นของคำถาม

2.2 หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีลักษณะเป็นได้ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ที่ได้มาจากการสำรวจตรวจสอบ การทดลอง การสังเกต หรือการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

2.3 การให้เหตุผล (Reasoning) คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง โดยนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงอย่างมีความเกี่ยวข้องและเพียงพอ

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบอัตนัย เป็นสถานการณ์ใช้ข้อความปลายเปิด ให้นักเรียนทำการทดสอบทำวงจรปฏิบัติการละ 2 ข้อ โดยมี 3 วงจรปฏิบัติการ ข้อละ 3 ด้าน ด้านละ 2 คะแนน รวม 2 ข้อคะแนนเต็ม 12 คะแนน มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปริกที่ดัดแปลงมาจาก McNeill and Krajcik (2008) ครอบคลุม 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนน

ในแต่ละองค์ประกอบ คือ 0 1 และ 2 ตามลำดับ ทำให้คะแนนที่ได้อยู่ระหว่าง 0-12 คะแนน จากนั้นนำคะแนนของนักเรียนมาแปลผลเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคลทั้งหมด 3 ระดับ คือ ระดับดีมาก ระดับดี และระดับควรปรับปรุง

3. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การทำวิจัยเมื่อผู้วิจัยพบปัญหาในหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบ เพื่อแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ โดยมีการวางแผนและปฏิบัติจริง พร้อมทั้งสังเกตและสะท้อนผลที่ได้ดำเนินการเป็นวงจรหมุนเวียนไปเรื่อย ๆ จนสามารถพัฒนา ปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่พบในการทำงานให้ดีขึ้น และเป็นไปตามความมุ่งหมายของงานวิจัยที่ได้ตั้งไว้ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ยึดตามกรอบแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) ซึ่งมีขั้นปฏิบัติ 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นวางแผนปฏิบัติการ (Plan) เป็นขั้นที่มีการวางแผนการปฏิบัติโดยผู้วิจัยสำรวจสภาพปัญหาของนักเรียนในห้องเรียน แล้วหาวิธีการแก้ปัญหาโดยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่พบ ตามด้วยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ

3.2 ขั้นปฏิบัติการ (Act) เป็นขั้นที่ดำเนินการตามแผนที่ได้กำหนดไว้อย่างละเอียดและรอบคอบ โดยดำเนินการตามเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติซึ่งก็คือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาที่พบในขั้นวางแผนปฏิบัติการ

3.3 ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe) เป็นขั้นบันทึกข้อมูล หลักฐานหรือร่องรอยที่เป็นผลมาจากการปฏิบัติงาน โดยอาศัยเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลที่เกิดจากการปฏิบัติ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และการบันทึกดังกล่าวจะนำไปสู่การสะท้อนผลและปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ดียิ่งขึ้น

3.4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) เป็นขั้นการสะท้อนคิด หรือทบทวนการปฏิบัติงานจากบันทึกที่ได้จากการสังเกตว่าได้ผลอย่างไร มีปัญหาอย่างไร เพื่อจะได้นำข้อมูลเหล่านี้มาประกอบในการวางแผนในวงรอบถัดไปจนกว่าจะบรรลุตามความมุ่งหมายที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
เรื่อง ระบบหายใจ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)
2. บริบทโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)
3. การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
5. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้มีการกำหนดวิสัยทัศน์
หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ไว้ดังนี้

1. วิสัยทัศน์ของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็น
เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และ
เป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มี
ความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการเรียนต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษา
ตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเอง
ได้เต็มตามศักยภาพ

2. หลักการของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญดังนี้

2.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการ
เรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรม บน
พื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชนที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

2.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

2.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้

2.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

3. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุขมีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดมุ่งหมาย เพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

3.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

3.2 มีความรู้อันเป็นสากลและความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

3.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

4.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจา

ต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

4.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อมและการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

4.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุขในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

5.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

5.2 ซื่อสัตย์สุจริต

5.3 มีวินัย

5.4 ใฝ่เรียนรู้

5.5 อยู่อย่างพอเพียง

5.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

5.7 รักความเป็นไทย

5.8 มีจิตสาธารณะ

ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องบูรณาการองค์ความรู้ต่าง ๆ ให้เข้ากับเหตุการณ์ปัจจุบันและเข้ากับสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นและเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนที่รู้วิทยาศาสตร์ (ฐิติวรดา พลเยี่ยม, 2563) เนื่องจากวิทยาศาสตร์มีความสำคัญที่เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ ตลอดจนเทคโนโลยีเครื่องมือเครื่องใช้ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ มีทักษะกระบวนการในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย วิทยาศาสตร์เป็นสังคมแห่งโลกยุคใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะได้มีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติ และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในส่วนที่เกี่ยวกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง 2560) ได้มีการระบุถึงเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ สิ่งที่ได้เรียนรู้ในวิทยาศาสตร์ มีการกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ และสาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมไว้ดังนี้

1. เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์

1.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

1.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี

1.4 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

1.5 เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

1.6 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

1.7 เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2. สิ่งที่เรียนรู้ในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง อย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

2.1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2.2 วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

2.3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.4 เทคโนโลยี

2.4.1 การออกแบบและเทคโนโลยีเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2.4.2 วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะกระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้า อากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม

4. สารวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

สารวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ตามสาระสำคัญ ดังต่อไปนี้

สารชีววิทยา

1. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้าง และหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

2. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้ และการตอบสนองการเคลื่อนไหว การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาคุณภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

5. เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทฤษฎาธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

สารเคมี

1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยการคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

สาระฟิสิกส์

1. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้งรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยุง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

1. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

3. เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาตำแหน่ง

ดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการดำรงชีวิต

การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาชีววิทยา ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ทางโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ได้ใช้เนื้อหาในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา เล่ม 1, เล่ม 4 และเล่ม 5 โดยนำเฉพาะเนื้อหาบางเรื่องในแต่ละเล่มไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน และตั้งเป็นชื่อวิชาว่า ชีววิทยา 3 ซึ่งจัดการเรียนการสอนตามผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีคำอธิบายรายวิชา และโครงสร้างรายวิชา ดังต่อไปนี้

1. คำอธิบายรายวิชา

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

ชีววิทยา 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต การทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ ศึกษาการหายใจระดับเซลล์ในสภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอและสภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ ศึกษาโครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ ศึกษาโครงสร้างและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์และมนุษย์ การทำงานของปอดและการวัดปริมาตรของอากาศในการหายใจออกของมนุษย์ รวมทั้งศึกษาการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศในสัตว์ โครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์เพศชายและระบบสืบพันธุ์เพศหญิง กระบวนการสร้างสเปิร์ม กระบวนการสร้างเซลล์ไข่ การปฏิสนธิในมนุษย์ การเจริญเติบโตระยะเอ็มบริโอและระยะหลังเอ็มบริโอของกบ ไก่ และมนุษย์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง

มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต
 2. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิตและระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์
 3. อธิบาย เปรียบเทียบ และสรุปขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอและภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ
 4. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ไม่มีทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ และสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์
 5. สังเกต อธิบาย การกินอาหารของไฮดรา และพลาณาเรีย
 6. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์
 7. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สของฟองน้ำ ไฮดรา พลาณาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนก
 8. สังเกต และอธิบายโครงสร้างของปอดในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม
 9. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์
 10. อธิบายการทำงานของปอด และทดลองวัดปริมาตรของอากาศในการหายใจออกของมนุษย์
 11. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศในสัตว์
 12. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์เพศชายและระบบสืบพันธุ์เพศหญิง
 13. อธิบายกระบวนการสร้างสเปิร์ม กระบวนการสร้างเซลล์ไข่ และการปฏิสนธิในมนุษย์
 14. อธิบายการเจริญเติบโตระยะเอ็มบริโอและระยะหลังเอ็มบริโอของกบ ไก่ และมนุษย์
- รวมทั้งหมด 14 ผลการเรียนรู้

2. โครงสร้างรายวิชา

โครงสร้างรายวิชาชีววิทยา 3 รหัสวิชา ว32243 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) เป็นโครงสร้างรายวิชาตามผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2/2565 จำนวน 1.5 หน่วยกิต ใช้เวลา 60 ชั่วโมงต่อภาคเรียน ซึ่งมีรายละเอียด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 โครงสร้างรายวิชาชีววิทยา 3

| ลำดับ ที่ | หน่วยการ เรียนรู้ | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | จำนวน คาบ | น้ำหนัก คะแนน |
|--------------|--|--|---|--------------|------------------|
| 1 | ปฏิกิริยาเคมี ใน เซลล์ของ สิ่งมีชีวิต | 1. สืบค้นข้อมูลและอธิบาย ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต 2. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต และระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของ เอนไซม์ | 1.1 พลังงานกับ การเกิด ปฏิกิริยาเคมี 1.2 เอนไซม์ 1.3 เมแทบอลิ- ซึม | 6 | 6 |
| 2 | การหายใจ ระดับเซลล์ | 3. อธิบาย เปรียบเทียบ และสรุป ขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ใน ภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอและ ภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ | 2.1 การหายใจ ระดับเซลล์ใน ภาวะที่มี ออกซิเจน เพียงพอ 2.2 การหายใจ ระดับเซลล์ใน ภาวะที่มี ออกซิเจนไม่ เพียงพอ | 6 | 6 |
| 3 | ระบบย่อย อาหาร | 4. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ เปรียบเทียบโครงสร้างและ กระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ไม่ มีทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดิน | 3.1 การย่อย อาหารของสัตว์ 3.2 การย่อย อาหารของ | 12 | 14 |

| ลำดับ ที่ | หน่วยการ เรียนรู้ | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | จำนวน คาบ | น้ำหนัก คะแนน |
|--------------|--|---|---|--------------|------------------|
| | | อาหารแบบไม่สมบูรณ์ และสัตว์ที่มี ทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์ 5. สังเกต อธิบาย การกินอาหาร ของไฮดรา และพลาณาเรีย 6. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการย่อย อาหาร และการดูดซึมสารอาหาร ภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์ | มนุษย์ | | |
| 4 | ระบบหายใจ | 7. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ เปรียบเทียบโครงสร้างที่ทำหน้าที่ แลกเปลี่ยนแก๊สของพองน้ำ ไฮดรา พลาณาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนก 8. สังเกต และอธิบายโครงสร้าง ของปอดในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม 9. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างที่ ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สและ กระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของ มนุษย์ 10. อธิบายการทำงานของปอด และทดลองวัดปริมาตรของอากาศ ในการหายใจออกของมนุษย์ | 4.1 การ แลกเปลี่ยนแก๊ส ของสัตว์ 4.2 อวัยวะและ โครงสร้างใน ระบบหายใจ ของมนุษย์ 4.3 การ แลกเปลี่ยนแก๊ส และการลำเลียง แก๊ส 4.4 การหายใจ | 14 | 16 |
| 5 | ระบบ สืบพันธุ์ และการ เจริญเติบโต | 11. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ ยกตัวอย่างการสืบพันธุ์แบบไม่ อาศัยเพศและการสืบพันธุ์แบบ อาศัยเพศในสัตว์ 12. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะในระบบ | 5.1 การสืบพันธุ์ ของสัตว์ 5.2 การสืบพันธุ์ ของมนุษย์ 5.3 การ เจริญเติบโตของ | 16 | 18 |

| ลำดับ ที่ | หน่วยการ เรียนรู้ | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | จำนวน คาบ | น้ำหนัก คะแนน |
|--------------|----------------------|---|-----------------|--------------|------------------|
| | | สืบพันธุ์เพศชายและระบบสืบพันธุ์ เพศหญิง 13. อธิบายกระบวนการสร้าง สเปิร์ม กระบวนการสร้างเซลล์ไข่ และการปฏิสนธิในมนุษย์ 14. อธิบายการเจริญเติบโตระยะ เอ็มบริโอและระยะหลังเอ็มบริโอ ของกบ ไก่ และมนุษย์ | สัตว์ | | |
| | | รวม | | 54 | 60 |
| | | สอบกลางภาค | | 3 | 20 |
| | | สอบปลายภาค | | 3 | 20 |
| | | รวมตลอดภาคเรียน | | 60 | 100 |

จากตารางที่ 2 ผู้วิจัยได้เลือกหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับระบบร่างกายของมนุษย์ มีสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันและสังคมของนักเรียน

บริบทโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

1. สภาพทั่วไป

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) เป็นโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ตั้งอยู่ที่มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เขตพื้นที่ขามเรียง ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม โดยเน้นการพัฒนาผู้เรียนตามความถนัดและตามศักยภาพ ตอบสนองความต้องการในการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาและการประกอบอาชีพในอนาคต ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย มีการเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อการใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศ นวัตกรรม ส่งเสริมการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถดึงศักยภาพของผู้เรียนตามความสนใจและความถนัด ปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรมและถ่ายทอดวัฒนธรรม เอกลักษณ์สู่มาตรฐานสากล และนอกจากนี้ทางโรงเรียนยังมุ่งพัฒนาโรงเรียนให้เป็นโรงเรียนต้นแบบการจัดการเรียนการสอนอย่าง

มีคุณภาพ และได้มาตรฐานตามการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เต็มศักยภาพ กล่าวคือ
กล้าทำ กล้านำ มีคุณธรรมและจิตอาสา เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้สู่สากล ดังปรัชญาโรงเรียน
“วิชาการที่เต็ม ที่ อยู่ในคนที่เต็มคน” มีการเปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 แบ่งได้ ดังนี้

1.1 ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีทั้งหมด 7 ห้องเรียน ประกอบด้วย

1.1.1 หลักสูตรห้องเรียนปกติ จำนวน 5 ห้องเรียน

1.1.2 หลักสูตรโครงการส่งเสริมศักยภาพนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้าน
คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์และภาษาอังกฤษ (Gifted Program: SEM) จำนวน 2 ห้องเรียน

1.2 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีทั้งหมด 9 ห้องเรียน ประกอบด้วย

1.2.1 หลักสูตรห้องเรียนปกติ จำนวน 4 ห้องเรียน

1.2.2 หลักสูตรโครงการส่งเสริมศักยภาพนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้าน
วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ (Gifted Program: Science - Mathematics) จำนวน 2 ห้องเรียน

1.2.3 หลักสูตรโครงการห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในการกำกับดูแลของมหาวิทยาลัย
(โครงการ รวม.) จำนวน 1 ห้องเรียน

1.2.4 หลักสูตรห้องเรียนปกติแผนการเรียนภาษาอังกฤษ – ภาษาจีน/ญี่ปุ่น/ฝรั่งเศส
จำนวน 1 ห้องเรียน

1.2.5 หลักสูตรโครงการส่งเสริมศักยภาพนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้าน
ภาษาอังกฤษ-ภาษาต่างประเทศ (Gifted Program: EG) จำนวน 1 ห้องเรียน

นอกจากนี้ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5-6 จะมีการเลือกสายเฉพาะตาม ที่นักเรียนสนใจ
หรือตามความถนัดของนักเรียนเอง ซึ่งประกอบด้วย

1. หลักสูตรแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
2. หลักสูตรแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
3. หลักสูตรแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์วิศวกรรม

ในการแบ่งห้องเรียนของนักเรียนแต่ละหลักสูตรนั้น จะให้นักเรียนเลือกว่าต้องการเรียน
หลักสูตรใด จากนั้นจะมีการสอบเข้าแข่งขันเพื่อคัดเลือกนักเรียนเข้าศึกษาต่อ ซึ่งในแต่ละหลักสูตรจะ
ทำการจัดเรียงห้องเรียนจากลำดับการสอบเข้า (โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม),
2563)

2. สภาพแวดล้อมและสิ่งอำนวยความสะดวก

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) เป็นโรงเรียนที่สามารถจัดการ
เรียนการสอนได้ค่อนข้างเต็มศักยภาพ มีห้องเรียน โต๊ะและเก้าอี้เพียงพอในการจัดการเรียนรู้และทุก
ห้องมีโปรเจกเตอร์และเครื่องปรับอากาศที่ทันสมัยในการอำนวยความสะดวกสบาย มีสัญญาณไวไฟ
ทุกห้องเรียนและมีสัญญาณไวไฟกระจายอยู่ทั่วโรงเรียนทำให้การจัดการเรียนการสอนเข้าถึงแหล่ง

เรียนรู้ได้รวดเร็ว มีอุปกรณ์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพียงพอสำหรับนักเรียนในการทำปฏิบัติการ มีบรรยากาศภายในโรงเรียนที่สงบร่มรื่น มีพื้นที่ภายในบริเวณโรงเรียนสะอาดปลอดภัย และนักเรียนได้รับประทานอาหารกลางวันตามหลักโภชนาการขั้นพื้นฐานที่เหมาะสมทุกวัน

3. สภาพปัญหาที่พบในชั้นเรียน

3.1 ปัญหาทั่วไป

จากการที่ผู้วิจัยเข้าสังเกตชั้นเรียน และประกอบกับในช่วงที่ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้สอนในรายวิชาชีววิทยา ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) พบว่า นักเรียนบางคนยังขาดระเบียบวินัย มีการนำอาหารมารับประทานในห้องเรียนแล้วไม่เก็บไปทิ้ง มีขวดน้ำที่ดื่มแล้ววางกระจัดกระจายอยู่ทั่วห้อง และพื้นห้องมีขยะส่งผลให้ห้องเรียนเกิดความสกปรกและสภาพแวดล้อมของห้องเรียนไม่น่าเรียนเท่าที่ควร นอกจากนี้ยังพบปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์ในการจัดการเรียนการสอนใช้งานได้ไม่ต่อเนื่อง คือเครื่องฉายภาพจะหยุดฉายภาพเป็นระยะ ๆ ขณะที่กำลังสอน สำหรับสัญญาณไวไฟมีทุกห้องแต่บางห้องสัญญาณไม่แรง ทำให้ส่งผลต่อกิจกรรมที่มีลักษณะต้องสืบเสาะหาความรู้เป็นอย่างมาก รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเกิดการชำรุด เช่น กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเชิงประกอบที่ไม่สามารถส่องเห็นวัตถุที่ศึกษาได้ชัดเจนจำนวนหลายกล้อง และบางปฏิบัติการไม่สามารถจัดการเรียนการสอนได้ เนื่องจากทางโรงเรียนยังขาดเครื่องมือ อุปกรณ์ สารเคมีที่จำเป็นต้องใช้ในปฏิบัติการนั้น ๆ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่

3.2 ปัญหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน

จากการสอบถาม อาจารย์ผู้สอนเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) พบว่า โรงเรียนมุ่งพัฒนาความรู้ให้กับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ไขปัญหาหรือแสวงหาคำตอบของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีเหตุผล และนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิต และสามารถใช้ความรู้ในการสอบเข้าศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นได้ นอกจากนี้ทางโรงเรียนยังมุ่งพัฒนาความสามารถของนักเรียนในด้านการตัดสินใจ โดยการคำนึงถึงผลกระทบต่อตนเองและสังคม สามารถเขียนตอบคำถามและแสดงจุดยืนของตนเองที่มีความเห็นต่างกับผู้อื่น โดยมีหลักฐานที่น่าเชื่อถืออธิบายสนับสนุนอย่างเพียงพอ สมเหตุสมผลสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

อย่างไรก็ตาม จากการที่ผู้วิจัยเข้าสังเกตชั้นเรียนในวิชาชีววิทยาซึ่งเป็นแขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) พบว่า นักเรียนตอบคำถามและตัดสินใจโดยขาดการอ้างอิงหลักฐาน การให้เหตุผลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ และประกอบกับในช่วงที่ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้สอนในวิชาชีววิทยา ซึ่งเป็นห้องเดียวกันกับห้องที่เข้าสังเกตชั้น

เรียน พบว่า นักเรียนส่วนมากขาดความสามารถในการใช้หลักฐานและการใช้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ให้เป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือนักเรียนตอบเพียงข้อกล่าวอ้างสั้นๆ ซึ่งหลักฐานและการใช้เหตุผลก็เป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่สำคัญในของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรได้รับการพัฒนา เพื่อเป็นการยืนยันปัญหาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของอาจารย์สันติชัย อนุวรชัย ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยครอบคลุม 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการใช้เหตุผล ไปทดสอบกับนักเรียนห้องดังกล่าว จำนวน 33 คน พบว่า มีนักเรียนจำนวน 4 คน อยู่ในระดับดีมาก นักเรียนจำนวน 12 คน อยู่ระดับดี และอีก 17 คนอยู่ในระดับควรปรับปรุง ผู้วิจัยจึงเลือกนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับควรปรับปรุง จำนวน 17 คน เป็นกลุ่มเป้าหมายที่ต้องได้รับการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

1. ความหมายการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

National Research Council (1996) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นคำอธิบายหรือบรรยายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติผ่านการให้เหตุผลที่สอดคล้องกับหลักฐานเชิงประจักษ์

Gilbert et al. (2000) ได้กล่าวไว้ว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นผลผลิตของสังคมวิทยาศาสตร์เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

Bybee (2004) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นคำอธิบายที่เกิดจากการให้เหตุผลในเชิงตรรกะ โดยยึดถือกฎและหลักฐาน ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ในภายหลัง และมีพื้นฐานอยู่บนความรู้ทางวิทยาศาสตร์

McNeill and Krajcik (2007) ได้กล่าวไว้ว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการตอบคำถามโดยการเขียนหรือการพูด เพื่อรายงานผลการศึกษาปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรมีการใช้หลักฐาน เหตุผล และความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนคำอธิบายนั้น ๆ

Osborne and Patterson (2011) ได้กล่าวไว้ว่า การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้ความรู้เดิมทางวิทยาศาสตร์เป็นฐาน หรือเป็นการนำเอาทฤษฎีองค์ความรู้มาอธิบายถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์นั้น ๆ

Reiser et al. (2012) ได้กล่าวไว้ว่า การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับปรากฏการณ์ต่าง ๆ

Zangori and Forbes (2015) ได้กล่าวไว้ว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับข้อมูลที่ได้จากหลักฐานเชิงประจักษ์ โดยแสดง

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและกลไกที่ใช้ในการอธิบายที่สนับสนุนสาเหตุและผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาตินั้น ๆ

Novak and Treagust (2017) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างคำอธิบายของปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการทำงานทางด้านวิทยาศาสตร์ และเป็นองค์ประกอบสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อให้ข้อกล่าวอ้างมีความน่าเชื่อถือ โดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่อยืนยันเหตุผลที่มีหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

Wanloh and Nuangchalem (2022) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำกฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประกอบในการให้เหตุผลเพื่อลงข้อสรุปหรือทำความเข้าใจสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น

สันติชัย อนุวรชัย (2557) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อความที่ใช้สำหรับให้ความหมาย อธิบาย และการกล่าวอ้างในบริบททางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคำอธิบายที่สะท้อนผลการสังเกต การทดลองหรือการสืบค้นอื่น ๆ ที่เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์สามารถนำมาเชื่อมโยงกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับหลักฐานได้

ณัฐกิจ ทองน้อย (2560) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสื่อความหมายหรืออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งคำตอบของคำถามหรือผลของการศึกษาปรากฏการณ์นั้นต้องมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่เป็นการแสดงความเชื่อมโยงระหว่างคำตอบของคำถามหรือผลของการศึกษาหลักฐานเชิงประจักษ์ซึ่งได้จากการสังเกต ทดลอง หรือจากการสืบค้นข้อมูล

อรณิชา หงษ์เกิด (2561) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของการใช้เหตุผลเชิงตรรกะเพื่อเชื่อมโยงหลักฐานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

วณิชชา หมั่นเรียน (2562) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การรายงานผลหรือการสื่อความหมายโดยมีการเชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์และสิ่งที่เห็นประจักษ์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลักคือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและเหตุผล ซึ่งข้อมูลอยู่บนพื้นฐานของเหตุและผลของวิทยาศาสตร์

วาสนา ช่างเพชร (2562) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้ การกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล เพื่อสร้างเป็นข้อความที่แสดงถึงความเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับปรากฏการณ์ต่าง ๆ และสามารถนำข้อความที่สร้างได้ไปประยุกต์ใช้ในการตอบคำถามในปัญหาต่าง ๆ

นำพงศ์ จันทร์โท และคณะ (2565) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถของนักเรียนในการระบุข้อความ คำบรรยาย หรือประโยคที่ใช้อธิบายโดย เชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการแสวงหาคำตอบจากข้อกล่าวอ้างหลักฐานเชิง ประจักษ์ และการให้เหตุผลบนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม โดยมีองค์ประกอบ สำคัญ คือ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อความที่ นักเรียนสามารถสร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริงในสังคม ซึ่งเป็นการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการให้เหตุผล เพื่อ เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานเชิงประจักษ์กับข้อกล่าวอ้างหรือคำตอบเบื้องต้นของคำถามที่กำลังศึกษา

2. ความสำคัญของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

McNeil and Krajcik (2006) ได้กล่าวไว้ว่า การให้นักเรียนสร้างคำอธิบายมีประโยชน์ ต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลายประการ เช่น ความสามารถในการให้เหตุผลและการตัดสินใจลง ข้อสรุป ความเข้าใจในมโนทัศน์ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมความเข้าใจทั้งเนื้อหาและกระบวนการ รวมถึงการ เปลี่ยนแปลงมุมมองที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

McNeill and Krajcik (2008) ได้กล่าวไว้ว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์คือสิ่งที่สำคัญ และเป็นตัวกำหนดกรอบโครงสร้างของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับพื้นฐาน รวมถึง เป็นการส่งเสริมนักเรียนให้เห็นภาพรวมของวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์และส่งเสริมความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

Ruiz-Primo et al. (2010) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในลักษณะของการเชื่อมโยงหลักฐาน และ อาจมี การเปลี่ยนแปลงได้ในภายหลัง และการให้โอกาสนักเรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะเป็น การช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้สะท้อนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้

McCain (2015) ได้กล่าวไว้ว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทำให้เข้าใจได้ว่าทำไม ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติจึงเกิดขึ้น ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเกิดขึ้นได้อย่างไร และเหตุใด ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติจึงยังคงอยู่

Novak and Treagust (2017) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็น ส่วนสำคัญของการทำงานทางวิทยาศาสตร์และเป็นองค์ประกอบของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อนำ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มายืนยันเหตุผลที่มีหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

Nawani (2019) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีการเน้นให้ นักเรียนได้ฝึกอธิบาย จะกระตุ้นนักเรียนให้ใช้ทักษะการให้เหตุผล เช่น กำหนดคำถามเชิง

วิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ และตีความรูปแบบข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูลกับทฤษฎีเพื่ออธิบายสาเหตุของเหตุการณ์

Wanloh and Nuangchalem (2022) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการสอนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากจะทำให้นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันกับวิทยาศาสตร์โดยสามารถนำกฎ ทฤษฎี หรือแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประกอบในการให้เหตุผล เพื่อลงข้อสรุปหรือทำความเข้าใจสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ อีกทั้งยังสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น ทำให้นักเรียนเปลี่ยนมุมมองจากวิชาที่ท่องจำไปสู่วิชาที่มีการสร้างองค์ความรู้

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งในด้านการพัฒนาความเข้าใจในโมโนทัศน์ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาด้วยการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และการให้เหตุผล ตลอดจนการสร้างประสบการณ์เรียนรู้วิทยาศาสตร์เสมือนจริงให้กับนักเรียน จึงเป็นการพัฒนากระบวนการคิดการปฏิบัติ และสร้างคุณลักษณะแบบนักวิทยาศาสตร์

สันติชัย อนุวรชัย (2557) ได้กล่าวไว้ว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้และประเมินความรู้ ความสามารถของนักเรียน เนื่องจากสะท้อนให้เห็นถึงการประมวลความรู้ การประยุกต์และการสื่อสารความรู้ในรูปของข้อความที่เป็นข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุปหรือคำตอบของคำถาม แล้วแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อยืนยันข้อกล่าวอ้างของตนเอง จากนั้นเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างด้วยการให้เหตุผล โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจปรากฏการณ์ได้ชัดเจน ถูกต้องและเหมาะสม

จงกล บุญรอด (2557) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากการตรวจสอบหลักฐานเชิงประจักษ์ ของการเปลี่ยนแปลงข้อเท็จจริง เพื่อนำมาใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อกล่าวอ้าง และยังส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการให้เหตุผล การสื่อสาร การแก้ปัญหาเป็นต้น จากการมีส่วนร่วมในการสำรวจตรวจสอบการศึกษาค้นหาข้อมูล การอภิปรายร่วมกัน และการนำเสนอคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

อรณิชา หงษ์เกิด (2561) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งด้านการพัฒนาความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนและพัฒนาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และการให้เหตุผล รวมทั้ง

ยังเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้รับประสบการณ์เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งนำเอาหลักปฏิบัติของสังคม วิทยาศาสตร์มาปรับใช้เสมือนเป็นการส่งเสริมคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียน

วณิชชา หมั่นเรียน (2562) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นหัวใจหลักและพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้การมองเห็น สัมผัส และสังเกต โดยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถที่จะสื่อสาร เข้าใจ มีทักษะการคิด และอธิบายโดยเชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์และหลักฐาน

นำพงศ์ จันทร์โท และคณะ (2565) ได้กล่าวไว้ว่า ความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะสำคัญของนักเรียนในการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ มีทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหา ประเมินการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่พิสูจน์ได้ เพื่อนำมาใช้สร้างเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และสื่อสารให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และมีส่วนร่วมในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดในสังคม

จากการศึกษาความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อนักเรียนและสังคม เนื่องจากการส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องนั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและสังคมได้ โดยแสดงความเชื่อมโยงระหว่างคำตอบกับหลักฐานโดยใช้เหตุผลที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถสื่อสารความเข้าใจของตนเองที่กำลังเผชิญอยู่ให้มีความน่าเชื่อถือและเป็นเหตุเป็นผลมากกว่าที่จะมีเฉพาะคำตอบสั้น ๆ ที่ไม่มีหลักฐานและการให้เหตุผลประกอบ

3. องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

McNeill and Krajcik (2006) ได้พัฒนาองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากรูปแบบข้อโต้แย้งของ Toulmin (Toulmin's Argumentation Pattern: TAP) (1958) ซึ่งนำเสนอว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มี 3 องค์ประกอบ คือ (1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) ตรงกับข้อกล่าวอ้าง (Claim) ตามรูปแบบข้อโต้แย้งของ Toulmin (2) หลักฐาน (Evidence) คล้ายกับข้อมูล (Data) ตามรูปแบบข้อโต้แย้งของ Toulmin และ (3) การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นการผสมผสานระหว่างข้อรับรอง (Warrant) กับข้อสนับสนุน (Backing) ตามรูปแบบข้อโต้แย้งของ Toulmin ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียด สรุปได้ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อยืนยันหรือคำตอบที่ถามเมื่อเริ่มต้นการสำรวจตรวจสอบ

2. หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ที่ได้มาจากการสำรวจตรวจสอบ การทดลอง การสังเกต หรือการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

3. การให้เหตุผล (Reasoning) คือ การเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน ด้วยการอ้างอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม

Berland and Reiser (2008) ได้หนดกรอบแนวคิดองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ คำตอบของคำถาม เป็นองค์ประกอบที่นักเรียนสร้างได้ง่ายที่สุดและสามารถระบุข้อสรุปจากคำอธิบายของผู้อื่นได้ง่ายเช่นกัน

2. หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนรวบรวม เพื่อนำไปสู่การสร้างข้อความสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานมีได้หลายแบบ เช่น ข้อมูลเชิงปริมาณ ข้อมูลจากการสังเกต ข้อเท็จจริงที่ได้จากการอ่านและการอภิปราย

McNeill & Krajcik (2011) ได้กำหนดองค์ประกอบของการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อความที่เป็นคำตอบของคำถามหรือปัญหา

2. หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยสามารถนำมาจากการที่นักเรียนได้ทำการสำรวจตรวจสอบ (Investigation) หรือจากงานวิจัยและหนังสือที่ได้ให้ข้อมูลไว้

3. การให้เหตุผล (Reasoning) คือ การอ้างเหตุผลว่าหลักฐานที่ใช้นั้นสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างไร รวมถึงการนำหลักการและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนนำมาประยุกต์ให้เกิดความเข้าใจในข้อมูล

4. ข้อคัดค้าน (Rebuttal) คือ การบรรยายข้อกล่าวอ้างทางเลือก (Alternative claim) โดยให้หลักฐานและเหตุผลใหม่มาคัดค้านข้อกล่าวอ้างที่ไม่เหมาะสม

Allen and Meredith (2015) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ซึ่งเรียกว่า กรอบแนวคิดซีอีอาร์ (CER Framework) ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นข้อความหรือข้อสรุปของคำถาม

2. หลักฐาน (Evidence) ข้อมูลที่สนับสนุนข้อความที่กล่าวอ้าง

3. การให้เหตุผล (Reasoning) การนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน

Yao and Guo (2018) ได้กำหนดกรอบแนวคิดองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมี 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ปรากฏการณ์ (Phenomenon) คือ การอธิบายปรากฏการณ์ โดยการประมวลผลจากบริบทจริง

2. ทฤษฎี (Theory) คือ การเลือกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ กฎ ทฤษฎีและหลักการ ที่ผ่านการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ

3. ข้อมูล (Data) คือ ข้อมูลที่นำมาใช้ ซึ่งอาจมีทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้องและข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง

4. การให้เหตุผล (Reasoning) คือ การเชื่อมโยงปรากฏการณ์ หลักฐาน และทฤษฎี ผ่านการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ได้กำหนดกรอบแนวคิดองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พัฒนามาจากรูปแบบข้อโต้แย้งของ Toulmin มีอยู่ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อยืนยันหรือคำตอบของการศึกษาปรากฏการณ์

2. หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงคุณภาพ

3. การให้เหตุผล (Reasoning) คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง

ภัทรสุดา หาดขุนทด (2561) ได้กล่าวไว้ว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 3 ประการ ดังนี้

1. Claim (ข้อกล่าวอ้าง) เป็นข้อความที่เป็นคำตอบของคำถามหรือปัญหา

2. Evidence (หลักฐาน) เป็นข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมสำรวจตรวจสอบและการศึกษาค้นคว้าหาความรู้

3. Reasoning (การให้เหตุผล) การเชื่อมโยงระหว่างคำตอบของคำถามกับข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมสำรวจตรวจสอบและการศึกษาค้นคว้าหาความรู้โดยอยู่บนพื้นฐานของหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

อรณิชา หงษ์เกิด (2561) ได้กำหนดกรอบแนวคิดองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้รับการพัฒนามาจากรูปแบบข้อโต้แย้งทั่วไป (Generic Argument Form) ของ Toulmin มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นคำตอบ ข้อยืนยัน หรือข้อสรุปเบื้องต้นของคำถามที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนต้องการค้นคว้าหาคำตอบ

2. หลักฐาน (Evidence) ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ได้มาจากการสำรวจตรวจสอบ การทดลอง การสังเกต หรือการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ นักเรียนจะต้องคัดเลือกหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างตน

3. การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นข้อความที่แสดงถึงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างอย่างสมเหตุสมผลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้อองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2006) ซึ่งประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ทั้งนี้เนื่องจากทั้ง 3 องค์ประกอบ เป็นองค์ประกอบที่มีผู้นำไปทำการวิจัยอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ และจากงานวิจัยหลาย ๆ ชิ้นที่ผู้วิจัยกล่าวไปข้างต้นยืนยันได้ว่า องค์ประกอบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2006) สามารถช่วยให้นักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี โดยผู้วิจัยได้สรุปความหมาย ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อยืนยันหรือคำตอบเบื้องต้นของประเด็นที่ศึกษา
2. หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีลักษณะเป็นได้ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ที่ได้มาจากการสำรวจตรวจสอบ การทดลอง การสังเกต หรือการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

3. การให้เหตุผล (Reasoning) คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง โดยนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงอย่างเหมาะสมและเพียงพอ

4. แนวทางการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

แนวทางการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จะใช้วิธีประเมินผลการเรียนรู้ที่นักเรียนได้จากการปฏิบัติงาน อาจทำได้โดยการประเมินผลงาน (Product) ของนักเรียน และ/หรือการประเมินกระบวนการ (Process) ที่นักเรียนใช้ในการสร้างผลงาน ประกอบกับการใช้เกณฑ์การให้คะแนนหรือ Scoring Rubrics (อรณิชา หงษ์เกิด, 2561) ซึ่งจะกำหนดเกณฑ์โดยจำแนกสิ่งที่จะประเมินออกเป็นประเด็นย่อย (Analytics Score) โดยจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะเป็นการประเมินโดยการใช้แบบทดสอบความเรียง โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ลักษณะของแบบทดสอบ และเกณฑ์การประเมิน

- 4.1 ลักษณะของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

McNeill and Krajcik (2006) ได้สร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 3 เรื่อง เรื่องละ 1 ข้อ โดยใช้ข้อคำถามแบบปลายเปิด (Open-Ended Explanation Items) ได้แก่ สารและสมบัติของสาร ปฏิกิริยาเคมีและการอนุรักษ์มวล โดยสองเรื่องแรกให้ตารางเป็นข้อมูลประกอบสถานการณ์ ส่วนเรื่องที่สามให้ภาพการทดลองเป็นข้อมูลประกอบสถานการณ์

Sampson and Clark (2009) ได้สร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 3 เรื่อง จำนวน 2 ข้อ ใช้ข้อคำถามแบบปลายเปิด (Open-Ended Explanation Items) ได้แก่ การถ่ายทอดพลังงาน สมดุลความร้อน และการนำความร้อน โดยมีภาพการทดลองและตารางเป็นข้อมูลประกอบสถานการณ์

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ได้สร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ข้อสอบที่มีองค์ประกอบสำคัญคือ สถานการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนสร้างคำอธิบาย มีข้อมูลประกอบสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งอาจอยู่ในรูปกราฟ ตาราง แผนภูมิ หรือ ภาพการทดลอง เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ข้อมูลในการอ้างอิงในการสร้างคำอธิบายและมีคำสั่งหรือคำถามที่ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยระบุว่าต้องการให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับอะไร ส่วนจำนวนข้อสอบและเวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับผู้ออกข้อสอบ

วณิชชา หมั่นเรียน (2562) ได้สร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นการอธิบายโดยจุดประสงค์ที่ชัดเจนและมีข้อมูลที่เป็นหลักฐานประกอบอยู่ในแบบทดสอบ เช่น กราฟ ตาราง แผนภาพ เพื่อให้นักเรียนได้มีการอธิบายคำตอบโดยเชื่อมโยงสอดคล้องกับข้อมูลและหลักฐาน ซึ่งจำนวนข้อสอบและระยะเวลาในการทำขึ้นอยู่กับผู้ออกข้อสอบและความสามารถของนักเรียน

นำพงศ์ จันทร์โท และคณะ (2565) ได้สร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 เรื่อง จำนวน 5 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 สถานการณ์ จำนวน 5 สถานการณ์ ส่วนที่ 2 คำถาม จำนวน 3 ข้อต่อสถานการณ์ แต่ละข้อจะมีข้อมูลประกอบสำหรับการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในตาราง ความเรียง และรูปภาพ ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวมีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย และกำหนดเวลาทำแบบทดสอบ 60 นาที

จากลักษณะของแบบทดสอบข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มักมีลักษณะเป็นสถานการณ์ความเรียงโดยใช้ข้อคำถามแบบปลายเปิด ซึ่งผู้สอนมักสร้างแบบทดสอบที่มีองค์ประกอบดังนี้ (1) สถานการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนสร้างคำอธิบาย (2) ข้อมูลประกอบสถานการณ์ ซึ่งมักอยู่ในรูปกราฟ ความเรียง ตาราง หรือรูปภาพ เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่มีอยู่เป็นหลักฐานในการสร้างคำอธิบาย (3) คำสั่งหรือคำถาม โดยระบุว่าต้องการให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับอะไร เพื่อให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้ได้ครบองค์ประกอบ ส่วนจำนวนข้อสอบ หรือจำนวนสถานการณ์และเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบขึ้นอยู่กับครูผู้สอนและความสามารถของนักเรียน

4.2 เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักการศึกษาจำนวนมากนิยมใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก ดังนี้

McNeill and Krajcik (2008) ได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนนของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีรายการประเมินตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบมีระดับคะแนน 3 ระดับ คือ 0 -2 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (McNeill and Krajcik, 2008)

| องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|---|--|--|--|
| | 0 | 1 | 2 |
| ข้อกล่าวอ้าง (Claim) ข้อสรุปที่เป็นคำตอบของคำถามที่เคยถามไว้ | ไม่สร้างข้อกล่าวอ้าง หรือสร้างข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง | สร้างข้อกล่าวอ้างถูกต้อง แต่ข้อกล่าวอ้างไม่สมบูรณ์ | สร้างข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและสมบูรณ์ |
| หลักฐาน (Evidence) ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งข้อมูลต้องมีความเหมาะสมและเพียงพอที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง | ไม่แสดงหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือใช้หลักฐานที่ไม่เหมาะสมต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง | ใช้หลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้เหมาะสม แต่ยังไม่เพียงพอ อาจใช้หลักฐานบางอย่างที่ไม่เหมาะสม | ใช้หลักฐานได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง |
| การให้เหตุผล (Reasoning) การแสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน ซึ่งแสดงว่าเพราะเหตุใดจึงใช้ข้อมูลนั้นเป็น | ไม่มีการให้เหตุผลหรือเหตุผลที่ใช้ไม่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง | มีการให้เหตุผลแสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำและ/หรือรวมถึงมีการอ้างอิงหลักการทาง | มีการให้เหตุผลถูกต้องและสมบูรณ์ แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยมีการอ้างอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ |

| องค์ประกอบของ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|---|------------|-----------------------------------|-------------------|
| | 0 | 1 | 2 |
| หลักฐาน โดยใช้ หลักการทาง วิทยาศาสตร์อย่าง เหมาะสมและเพียงพอ | | วิทยาศาสตร์บ้าง แต่ไม่ เพียงพอ | เหมาะสมและเพียงพอ |

Ningsi et al. (2019) ได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนนของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นเป็นภาพรวม ซึ่งจัดกลุ่มนักเรียนจากลักษณะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 นักเรียนมีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม คือ คำอธิบายที่ประกอบด้วยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

กลุ่มที่ 2 นักเรียนมีการสร้างคำอธิบายที่ไม่เหมาะสม คือ คำอธิบายที่ประกอบด้วยแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา แต่ไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ 3 นักเรียนไม่มีการสร้างคำอธิบายที่มีเหตุผล หรือมีการสร้างคำอธิบายเล็กน้อย

กลุ่มที่ 4 นักเรียนไม่มีการสร้างคำอธิบาย หรือคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับคำถามที่ได้เคยถามไว้

Wanloh and Nuangchalerm (2022) ได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนนของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ปรับปรุงจาก McNeill and Krajcik, 2008) ซึ่งได้ดัดแปลงให้เหมาะสมกับบริบทที่ได้ทำการศึกษา โดยมีรายการประเมินตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบมีระดับคะแนน 3 ระดับ คือ 0 - 2 ดังตารางที่ 4

พูนุ ปณุกิตโต ชีเว

ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Wanloh and Nuangchalem, 2022)

| องค์ประกอบของ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|---|--|--|--|
| | 2 | 1 | 0 |
| ข้อกล่าวอ้าง (Claim) ข้อสรุปของคำถามหรือ คำตอบขอสถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่ กำลังศึกษา | ระบุข้อกล่าวอ้าง สอดคล้องกับ สถานการณ์ อย่างครบถ้วน | ระบุข้อกล่าวอ้าง สอดคล้องกับ สถานการณ์ไม่ ครบถ้วนหรือ ระบุ คำตอบอย่างอื่นที่ขาด ความสมบูรณ์ | ระบุข้อกล่าวอ้างไม่ สอดคล้องกับ สถานการณ์ หรือไม่ เขียนข้อกล่าวอ้าง |
| หลักฐาน (Evidence) ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการสังเกต ทดลอง หรือเก็บรวม รวมข้อมูลจากแหล่ง ต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ใน การสนับสนุนข้อกล่าว อ้าง | ระบุหลักฐานที่ สอดคล้องเพื่อ สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง อย่างครบถ้วน | ระบุหลักฐานที่ สอดคล้องเพื่อ สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ไม่ครบถ้วน หรือระบุ คำตอบอย่างอื่นที่ขาด ความสมบูรณ์ | ระบุหลักฐานที่ไม่ สอดคล้องกับข้อกล่าว อ้าง หรือไม่ระบุ หลักฐาน |
| การให้เหตุผล (Reasoning) ข้อความที่แสดงความ เชื่อมโยงระหว่าง หลักฐานและข้อกล่าว อ้างโดยใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์ | ระบุเหตุผลที่สอดคล้อง โดยการเชื่อมโยง หลักฐานและข้อกล่าว อ้าง โดยใช้หลักการ ทางวิทยาศาสตร์ อย่างครบถ้วน | ระบุเหตุผลที่สอดคล้อง โดยการเชื่อมโยง หลักฐานและข้อกล่าว อ้างโดยใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์ไม่ ครบถ้วน หรือ ระบุ คำตอบอย่างอื่นที่ขาด ความสมบูรณ์ | ระบุเหตุผลที่ไม่ สอดคล้อง ระหว่างการ เชื่อมโยงหลักฐานและ ข้อกล่าวอ้างโดยใช้ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ หรือระบุ เหตุผล |

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนนของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ปรับปรุงจาก Harris et al., 2006; McNeill and Krajcik, 2008) โดยมีรายการ

ประเมินตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้างหลักฐาน และการให้เหตุผล ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบมีระดับคะแนน 3 ระดับ คือ 1-3 ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (สันติชัย อนุวรชัย, 2553)

| องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|--|---|---|--|
| | 1 | 2 | 3 |
| ข้อกล่าวอ้าง (Claim) ข้อยืนยันหรือคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา | ไม่เขียนข้อกล่าวอ้างหรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง | เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน | เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน |
| หลักฐาน (Evidence) ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง | ไม่มีการแสดงหลักฐานหรือแสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสม กล่าวคือเป็นหลักฐานที่ไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง | แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอและอาจมีหลักฐานบางประการไม่เหมาะสม | แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อการสนับสนุน |
| การให้เหตุผล (Reasoning) ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานซึ่งแสดงว่าเพราะเหตุใดจึงใช้ข้อมูลนั้นเป็นหลักฐาน โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสมและเพียงพอ | ไม่แสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง | แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำและ/หรือการใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์บ้าง แต่ไม่เพียงพอ | แสดงเหตุผลที่เป็นการเชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ |

จากการศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า ส่วนมากมีรายการประเมินตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล และในแต่ละองค์ประกอบมีระดับคะแนน 3 ระดับ ที่แตกต่างกันไป ได้แก่ ระดับ 0-2, 2-0 และ 1-3 โดยสามารถปรับเกณฑ์การให้คะแนนให้เหมาะสมกับนักเรียนในพื้นที่นั้น ๆ ได้ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามแนวทางของ McNeil and Krajcik (2008) ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับให้เหมาะสมกับบริบทสภาพทางสังคมของนักเรียนที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่นักเรียนมักพบเจอในชีวิตประจำวันจากสื่อต่าง ๆ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 6 ต่อไปนี้

ตารางที่ 6 สรุปเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ปรับจาก McNeil and Krajcik, 2008)

| องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|--|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 |
| ข้อกล่าวอ้าง (Claim) ข้อความที่เป็นคำตอบเบื้องต้นของคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น | ไม่เขียนข้อกล่าวอ้างหรือเขียนข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นไม่ถูกต้อง | เขียนข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นถูกต้อง แต่ข้อกล่าวอ้างไม่สมบูรณ์ กล่าวคือเขียนข้อกล่าวอ้างอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปเพิ่ม | เขียนข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นถูกต้อง และสมบูรณ์ กล่าวคือไม่เขียนข้อกล่าวอ้างอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปเพิ่ม |
| หลักฐาน (Evidence) ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งข้อมูลต้องมีความเกี่ยวข้อง และเพียงพอที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของ | ไม่เขียนแสดงหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือเขียนแสดงหลักฐานที่ไม่เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของสถานการณ์นั้น | เขียนแสดงหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น แต่ยังไม่เพียงพอ กล่าวคือไม่เขียนแสดงหลักฐานบางประการที่เกี่ยวข้อง | เขียนแสดงหลักฐานได้เกี่ยวข้องและเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของสถานการณ์นั้น กล่าวคือ เขียนแสดงหลักฐานครบถ้วนทุก |

| องค์ประกอบของ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|--|--|--|---|
| | 0 | 1 | 2 |
| สถานการณ์นั้น | | กับสถานการณ์นั้น | ประการที่เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์นั้น |
| การให้เหตุผล (Reasoning) การแสดงความ เชื่อมโยงระหว่างข้อ กล่าวอ้างและหลักฐาน โดยแสดงว่าเพราะเหตุ ใดจึงใช้ข้อมูลนั้นเป็น หลักฐาน โดยใช้ หลักการทาง วิทยาศาสตร์อย่าง เพียงพอ | ไม่มีการเขียนให้เหตุผล หรือเขียนให้เหตุผลที่ ไม่แสดงความเชื่อมโยง ระหว่างหลักฐานกับข้อ กล่าวอ้าง | มีการเขียนให้เหตุผล แสดงความเชื่อมโยง ระหว่างหลักฐานและ ข้อกล่าวอ้าง โดยมีการ อ้างอิงหลักการทาง วิทยาศาสตร์ แต่ไม่ เพียงพอ | มีการเขียนให้เหตุผล ถูกต้องและสมบูรณ์ แสดงความเชื่อมโยง ระหว่างหลักฐานและ ข้อกล่าวอ้าง โดยมีการ อ้างอิงหลักการทาง วิทยาศาสตร์อย่าง เพียงพอ |

4.3 เกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีดังต่อไปนี้

Wanloh and Nuangchalem (2022) ได้สร้างเกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับดี ระดับปานกลาง และระดับน้อย โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทำวงจรปฏิบัติการละ 2 ข้อ ข้อละ 3 ด้าน ด้านละ 2 คะแนนเต็ม รวม 2 ข้อมีคะแนนเต็ม 12 คะแนน โดยแบ่งช่วงคะแนนเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Wanloh and Nuangchalerm, 2022)

| ช่วงคะแนน (ร้อยละของคะแนนเต็ม) | ระดับความสามารถ |
|--------------------------------|-----------------|
| 75-100 | ดี |
| 50-74 | ปานกลาง |
| ต่ำกว่า 50 | น้อย |

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ได้สร้างเกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ปรับจาก Sampson et al. 2009) ซึ่งแบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับดีมาก ระดับดี และระดับควรปรับปรุง โดยให้นักเรียน ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกแผน ซึ่งมีจำนวน 4 ข้อ ข้อละ 3 ด้าน ด้านละ 3 คะแนนเต็ม รวม 4 ข้อมีคะแนนเต็ม 36 คะแนน โดยมีการแบ่งช่วงคะแนนออกเป็น 3 ช่วง ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (สันติชัย อนุวรชัย, 2553)

| ช่วงคะแนน | ระดับความสามารถ |
|-----------|-----------------|
| 29-36 | ดีมาก |
| 21-28 | ดี |
| 12-20 | ควรปรับปรุง |

เขมรัฐ จุฑานภพกิจ และคณะ (2561) ได้สร้างเกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับดีมาก ระดับดี และระดับควรปรับปรุง โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีจำนวน 4 ข้อ ข้อละ 3 ด้าน ด้านละ 2 คะแนนเต็ม รวม 4 ข้อมีคะแนนเต็ม 24 คะแนน โดยมีการแบ่งช่วงคะแนนออกเป็น 3 ช่วง ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (เขมรัฐ จุฑานฤปกิจ และคณะ, 2561)

| ช่วงคะแนน | ระดับความสามารถ |
|-----------|-----------------|
| 17-24 | ดีมาก |
| 9-16 | ดี |
| 0-8 | ควรปรับปรุง |

ศิริัญญา หิริโอ และคณะ (2563) ได้สร้างเกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับดี ระดับพอใช้ และระดับปรับปรุง โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกแผน ซึ่งมีจำนวน 5 ข้อ ข้อละ 3 ด้าน ด้านละ 2 คะแนนเต็ม โดยมีการใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก จากนั้นทำการแบ่งอันดับภาคขึ้นตามหลักการทางสถิติ เพื่อทำการแปลผลคะแนนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับดี (2.0-1.4 คะแนน) ระดับพอใช้ (1.3-0.7 คะแนน) และระดับปรับปรุง (0.6-0.0 คะแนน) โดยมี การแบ่งช่วงคะแนนเป็น 3 ช่วง ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 เกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ศิริัญญา หิริโอ และคณะ, 2563)

| ช่วงคะแนน | ระดับความสามารถ |
|-----------|-----------------|
| 2.0-1.4 | ดี |
| 1.3-0.7 | พอใช้ |
| 0.6-0.0 | ปรับปรุง |

จากการศึกษาเกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ดังกล่าว พบว่า ส่วนมากนิยมแบ่งเกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ระดับ ซึ่งมีทั้งที่เหมือนและแตกต่างกันไป โดยในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่รับจากงานวิจัยของ เขมรัฐ จุฑานฤปกิจ และคณะ (2561) ผู้วิจัยได้ปรับให้เหมาะสมกับจำนวนข้อสอบที่ใช้ทดสอบหลังสิ้นสุดแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งมี 3 วงจรปฏิบัติการ วงจรปฏิบัติการละ 2 ข้อ ข้อละ 3 ด้าน ด้านละ 2 คะแนนเต็ม คะแนนเต็ม 12 คะแนนต่อ 2 ข้อ เนื่องจาก

องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มี 3 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล และให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบเป็น 3 ระดับคะแนน คือ 0 1 และ 2 คะแนน สรุปคะแนนที่ได้ในแต่ละข้ออยู่ระหว่าง 0-6 คะแนน ดังนั้น 2 ข้อ จึงอยู่ระหว่าง 0-12 (คะแนนเต็ม 12 คะแนน) โดยมีเกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 3 ระดับ คือ ระดับดีมาก ระดับดี และระดับควรปรับปรุง และมีการแบ่งช่วงคะแนนออกเป็น 3 ช่วง ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 สรุปเกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ปรับจาก เขมรัฐ จุฑานฤปกิจ และคณะ, 2561)

| ช่วงคะแนน | ระดับความสามารถ |
|-----------|-----------------|
| 9-12 | ดีมาก |
| 5-8 | ดี |
| 0-4 | ควรปรับปรุง |

5. พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีการกล่าวถึงพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

National Research Council (1996) ได้กล่าวไว้ว่า พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างกันตามช่วงระดับชั้น ดังปรากฏในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (National Research Council, 1996)

| ระดับชั้น | พฤติกรรมบ่งชี้ |
|-----------|--|
| เกรด K-4 | <ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลโดยใช้ข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 2. นักเรียนมีกระบวนการสืบเสาะเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ |
| เกรด 5-8 | <ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนมีความสามารถในการในอธิบาย บรรยาย โดยใช้หลักฐาน 2. นักเรียนมีการคิดเชิงเหตุผล และคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และหลักฐาน 3. นักเรียนมีการวิเคราะห์ และยอมรับคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ที่มีความ |

| ระดับชั้น | พฤติกรรมบ่งชี้ |
|-----------|--|
| | <p>นำเชื่อถือ</p> <p>4. นักเรียนมีการสื่อสารเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นได้</p> |
| เกรด 9-12 | <p>1. นักเรียนมีความสามารถในการสร้างและตรวจสอบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้เหตุผลและหลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>2. นักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์แบบจำลอง และคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รวมทั้งยอมรับคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อื่น ๆ</p> <p>3. นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร และมีการกล่าวโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้</p> |

Moje et al. (2004) ได้กำหนดพฤติกรรมบ่งชี้ของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

1. นักเรียนมีความสามารถในการสร้างข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับปัญหาที่กำลังศึกษาอยู่
2. นักเรียนมีความสามารถในการเตรียมหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
3. นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเพื่อแสดงถึงการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง

4. นักเรียนมีความสามารถใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและชัดเจน
5. นักเรียนมีความสามารถเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน

McNeill and Krajcik (2006) ได้กล่าวไว้ว่า พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีดังนี้

1. นักเรียนมีความสามารถในการระบุข้อมูลถูกต้อง โดยเชื่อมโยงกับคำถาม มีแนวคิดหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สนับสนุน

2. นักเรียนมีความสามารถในการระบุหลักฐานถูกต้องและครบถ้วนในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยมีการวางแผนเพื่อสืบค้นและสามารถนำข้อมูลมาจัดกระทำได้

3. นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลที่ถูกต้อง ครบถ้วน และเหมาะสม มีการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์

McNeill and Krajcik (2008) ได้กล่าวไว้ว่า พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้น สามารถประเมินได้จากการสร้างภาระงานเชิงวิทยาศาสตร์

ที่มีการวัดความเข้าใจในเนื้อหาและการสืบสอบเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น การเขียนรายงาน ผลงานของนักเรียน เป็นต้น

Ruiz-Primo et al. (2010) ได้กล่าวไว้ว่า พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. นักเรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานและสร้างคำอธิบายอย่างเป็นวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่สอดคล้องกับคำถาม
3. นักเรียนสร้างและปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้เหตุผลเชิงตรรกะ
4. นักเรียนสามารถโต้แย้งโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์

Biological Science Curriculum Study (2014) ได้กล่าวไว้ว่า พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สามารถวัดได้จากรายการประเมิน 5 รายการ ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Biological Science Curriculum Study, 2014)

| รายการประเมิน | พฤติกรรมบ่งชี้ |
|---|--|
| การสร้างข้อความที่ทำให้ นักเรียนค้นหาคำตอบ | ครูตั้งคำถามเพื่อทำให้นักเรียนค้นหาคำตอบ ซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนต้องการที่จะรู้จากการสืบเสาะข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งเก็บรวบรวมหลักฐานต่าง ๆ เพื่อใช้ในการตอบคำถาม |
| การรวบรวมหลักฐาน | นักเรียนสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลมาใช้ในการอธิบาย โดยอาจมีความหลากหลาย แต่บางข้อมูลก็ไม่สามารถตอบคำถามได้ ดังนั้นข้อมูลที่จะนำมาเป็นหลักฐานได้ จะต้องเป็นข้อมูลที่เพียงพอต่อการตอบคำถามของนักเรียนได้ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวอาจได้มาจากการสืบเสาะ หรือการสังเกต หรือการอ่าน |
| การให้เหตุผลของนักเรียน | นักเรียนควรอธิบายให้ได้ว่า เหตุใดหลักฐานที่นำมาสามารถช่วยในการตอบคำถามได้ ผู้สอนอาจสร้างตารางแสดงการใช้หลักฐานเชื่อมโยงกับการให้เหตุผล ต้องอาศัยตรรกะความเชื่อมโยงและใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วย |
| การสร้างข้อกล่าวอ้างของ นักเรียน | ข้อกล่าวอ้าง คือผลลัพธ์ของคำถาม โดยผู้สอนควรเน้นให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้างที่มาจากหลักฐานและการให้เหตุผลที่สอดคล้องกัน ซึ่งบางครั้งการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเริ่มต้น |

| รายการประเมิน | พฤติกรรมบ่งชี้ |
|---|---|
| | จากข้อกล่าวอ้าง แต่อาจเป็นการตั้งคำถามและรวบรวมข้อมูลหลักฐานและใช้ตรรกะเหตุผลเพื่อสรุปเป็นข้อกล่าวอ้าง |
| การรู้ถึงเป้าหมายของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ | นักเรียนต้องมีการตระหนักถึงคุณค่าของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ รวมถึงความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล |

Wanloh and Nuangchalem (2022) ได้กล่าวไว้ว่า พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนมีการพูดคุย สื่อสาร แลกเปลี่ยน เรียนรู้กันเพื่อระบุข้อกล่าวอ้างโดยการกำหนดปัญหา มีการรวบรวมข้อมูลเพื่อที่จะนำมาเป็นหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างและสร้างคำอธิบายด้วยการเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยนำกฎทฤษฎีหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประกอบในการให้เหตุผลผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ได้กำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัด และรายการประเมินให้สอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่เรียนรู้ที่เป็น 3 ขั้นตอนแรกๆของรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่แสดงถึงกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 พฤติกรรมที่ต้องการวัดในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (สันติชัย อนุวรชัย, 2553)

| ขั้นตอนการเรียนการสอน | พฤติกรรมที่ต้องการวัด | รายการประเมิน |
|--|--|---|
| ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน คือ การสร้างความสนใจ การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่ศึกษาและระบุภาระงาน | นักเรียนอภิปรายและทบทวนประสบการณ์หรือความรู้เดิม เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และทำความเข้าใจคำถามหรือปัญหา | 1. การวิเคราะห์คำถามหรือปัญหาในการสำรวจตรวจสอบ |
| ขั้นที่ 2 การสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล คือ การทำงานเป็นกลุ่มเพื่อรวบรวม | นักเรียนออกแบบ วางแผนและดำเนินการสำรวจตรวจสอบเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนที่วางไว้ | 2. การวางแผนการสำรวจตรวจสอบ 3. การออกแบบบันทึกผล |

| ขั้นตอนการเรียนการสอน | พฤติกรรมที่ต้องการวัด | รายการประเมิน |
|---|--|--|
| จัดกระทำวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกตทดลองหรือสำรวจตรวจสอบ | | สำรวจตรวจสอบ 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล |
| ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว คือ การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้างหลักฐาน และการให้เหตุผล | นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยการระบุข้อกล่าวอ้างคัดเลือกและระบุหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบให้เหตุผลด้วยการอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ | 5. การระบุข้อกล่าวอ้าง 6. การใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ 7. การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการให้เหตุผล |

อรณิชา หงษ์เกิด (2561) ได้กล่าวไว้ว่า พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหา ตั้งสมมติฐาน สำรวจตรวจสอบข้อมูล ระบุหลักฐาน สื่อสารโต้แย้ง ให้เหตุผล ลงข้อสรุปอย่างถูกต้อง ครบถ้วน เหมาะสมตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้

ศศิกานต์ นิมิตา และคณะ (2563) ได้กล่าวไว้ว่า พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนจะต้องทำหน้าที่เป็นผู้สำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐานและทำการประเมินหลักฐาน เพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุปและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตรวจสอบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างโดยการแลกเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม ปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้มีความเหมาะสมต่อไป

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนพูดคุยกัน แลกเปลี่ยนความรู้ อภิปรายประเด็นร่วมกันกับเพื่อนภายในกลุ่ม สามารถนำประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมมาสร้างข้อกล่าวอ้างที่เป็นคำตอบที่สอดคล้องกับประเด็นของคำถามที่กำลังศึกษา จากนั้นนักเรียนต้องรู้จักการสืบเสาะหาข้อมูลต่าง ๆ และเก็บรวบรวมไว้เพื่อใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างถูกต้องและเพียงพอ และนักเรียนแสดงผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน ซึ่งควรเชื่อมโยงโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ และแสดงออกผ่านพฤติกรรม การนำเสนอหน้าชั้นเรียนและการบันทึกลงในใบกิจกรรม

6. กลยุทธ์ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีการกล่าวถึงกลยุทธ์ส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนที่สนับสนุนให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

McNeill and Krajcik (2008) ได้เสนอกกลยุทธ์ในการจัดการเรียนการสอนที่สนับสนุนการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมี 5 กลยุทธ์ ดังนี้

กลยุทธ์ที่ 1 กำหนดกรอบแนวคิดของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจน

การอธิบายเกี่ยวกับคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ครูไม่ควรสมมติว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการสร้างคำอธิบาย ครูควรให้ความหมายของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และอธิบายองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน นักเรียนสร้างกล่าวอ้างได้ง่ายที่สุด ดังนั้นครูควรเน้นให้นักเรียนเข้าใจความหมายของหลักฐาน และการให้เหตุผล โดยอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับข้อแตกต่างระหว่างข้อมูลกับหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจความหมายของคำว่าหลักฐานได้ชัดเจนขึ้น และอธิบายความหมายของการให้เหตุผล อธิบายคำสำคัญของการเขียนหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน

กลยุทธ์ที่ 2 แสดงตัวอย่างและวิเคราะห์คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การแสดงผลและวิเคราะห์คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ครูควรยกตัวอย่างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และให้นักเรียนวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนของตัวอย่างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจน โดยนักเรียนจำแนกและบอกได้ว่าตัวอย่างคำอธิบายที่มีจุดแข็งอย่างไร เช่น การให้เหตุผลที่แสดงให้เห็นว่าหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือนักเรียนสามารถอธิบายการแก้ไขจุดอ่อนของตัวอย่าง เช่น การใช้ความคิดเห็นเป็นหลักฐาน วิธีการนี้จะช่วยให้นักเรียนเห็นความยากและเข้าใจโมโนทัศน์ที่คาดเคลื่อนของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

กลยุทธ์ที่ 3 บอกความสำคัญในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพนั้นนักเรียนควรมองเห็นความสำคัญของการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการครูอาจอธิบายว่าวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานของการอธิบายทางปรากฏการณ์ธรรมชาติ และการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้หลักฐานและการให้เหตุผลจะช่วยให้ข้อกล่าวอ้างมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

กลยุทธ์ที่ 4 เชื่อมโยงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับคำอธิบายในชีวิตประจำวัน

ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายถึงการอธิบายในชีวิตประจำวัน โดยใช้ องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล เพื่อพิจารณาว่าการอธิบายในชีวิตประจำวันนั้นมีหลักฐานเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือไม่ อย่างไร

กลยุทธ์ที่ 5 ประเมินและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน

การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ควรชี้ให้นักเรียนเห็นจุดแข็ง และจุดอ่อนของคำอธิบายที่นักเรียนสร้างขึ้น โดยครูสร้างเกณฑ์ในการประเมินคำอธิบายตาม องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล และให้ ข้อมูลย้อนกลับเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขหรือปรับปรุงการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน

Biological Science Curriculum Study (2014) ซึ่งเป็นนักการศึกษากลุ่ม BSCS ได้มี การกล่าวถึงกลยุทธ์และสร้างเครื่องมือสำหรับฝึกหัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ดังนี้

1. กำหนดข้อคำถามหรือประเด็นปัญหาที่ให้นักเรียนค้นหาคำตอบ

ธรรมชาติของการศึกษาและค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์เป็นการคำตอบที่เกี่ยวกับ กับโลก โดยคำตอบที่ได้นั้นสามารถทดสอบคำตอบได้จากการสำรวจตรวจสอบ ดังนั้นครูควรกำหนด ปัญหาหรือข้อคำถามที่ไปสู่การค้นหาคำตอบโดยสำรวจตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล

2. การเก็บรวบรวมหลักฐาน

ข้อมูลของนักเรียนที่ได้จากการเก็บรวบรวมอาจมีจำนวนมากและหลากหลาย บางข้อมูลอาจนำมาช่วยตอบคำถามได้ แต่บางข้อมูลอาจไม่สามารถช่วยตอบคำถามได้ ดังนั้นข้อมูลที่จะนำมาเป็นหลักฐานได้นั้น ควรเป็นข้อมูลที่ช่วยให้นักเรียนตอบคำถามได้โดยหลักฐานอาจมาจากการสำรวจตรวจสอบ การสังเกต การอ่าน และการเลียนแบบปรากฏการณ์ เป็นต้น

3. การให้เหตุผล

การให้เหตุผลครูควรเน้นให้นักเรียนอธิบายว่า “ทำไมหลักฐานแต่ละอย่างจึงช่วย ในการตอบคำถาม” ครูอาจสร้างตารางแสดงการใช้หลักฐานกับข้อความเชื่อมโยงของการให้เหตุผล ซึ่งการให้เหตุผลเป็นการพิจารณาตรรกะความเชื่อมโยงระหว่างคำตอบกับหลักฐาน โดยใช้หลักการ ทางวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วย

4. การสร้างข้อกล่าวอ้าง

ข้อกล่าวอ้างเป็นข้อความที่เป็นคำตอบของคำถาม อาจประกอบด้วย 1 หรือ 2 ประโยคที่อาจอธิบายแนวโน้มหรือพฤติกรรมของปรากฏการณ์ โดยครูควรเน้นให้นักเรียนสร้างข้อ กล่าวอ้างที่ขึ้นอยู่กับหลักฐานและการให้เหตุผล ในบางครั้งการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้เริ่มต้น จากการสร้างกล่าวอ้าง แต่เริ่มต้นด้วยกำหนดคำถามที่ต้องการค้นหาคำตอบ จากนั้นจึงมุ่งไปสู่การ สำรวจตรวจสอบ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลที่สามารถตอบคำถามได้ ดังนั้นในการสร้างข้อกล่าวอ้าง บางครั้งครูอาจให้นักเรียนกำหนดปัญหาแล้วเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถามและใช้เป็นหลักฐาน แล้วจึงสร้างกล่าวอ้างที่ถูกต้อง

5. ตระหนักถึงเป้าหมายของการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ การส่งเสริมให้นักเรียนฝึกเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ถือเป็นงานที่สำคัญของครู โดยเป้าหมายของการส่งเสริมการเขียนอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การแสดงตรรกะของการอธิบาย ประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้างที่สนับสนุนด้วยหลักฐานและการให้เหตุผล นักเรียนควรเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานแต่ละส่วนและเหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ และนักเรียนเลือกใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ในการให้เหตุผลได้อย่างถูกต้อง

จกมล บุญรอด (2557) ได้กล่าวไว้ว่า กลยุทธ์ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะสามารถเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้นั้น ครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนทำความเข้าใจความหมายของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจน อธิบายองค์ประกอบของข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลได้ สามารถจำแนกคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่น่าเชื่อถือ และครูต้องจัดเตรียมคำถามหรือกำหนดปัญหา เพื่อให้ นักเรียนค้นหาคำตอบและนำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งคำถามจะเป็นตัวชี้แนะในสำรวจตรวจสอบ และการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้เป็นหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจเชื่อมโยงของหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง

บุญญาพร แสงประเสริฐ และคณะ (2564) ได้กล่าวเกี่ยวกับขั้นตอนของกลยุทธ์ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดัดแปลงมาจาก McNeill and Krajcik (2008) ว่าในแต่ละขั้นตอนของกลยุทธ์ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1. กำหนดกรอบของการอธิบาย 2. แสดงและวิเคราะห์การอธิบาย 3. บอกความสำคัญของการอธิบาย 4. เชื่อมโยงการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการอธิบายในชีวิตประจำวัน และ 5. ประเมินและให้ข้อเสนอแนะแก่นักเรียน จะช่วยฝึกฝนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทั้งยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจถึงความหมาย องค์ประกอบ ลักษณะ และความสำคัญของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถมีการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีคุณภาพที่ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การนำกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ไปส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้นั้น ก่อนที่จะเริ่มการเรียนการสอนครูผู้สอนควรให้นักเรียนศึกษาความหมาย องค์ประกอบ และความสำคัญของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้เข้าใจอย่างชัดเจนก่อน และครูควรแสดงตัวอย่างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์โดยจำแนกว่า คำอธิบายที่ยกตัวอย่างเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หรือเป็นเพียงคำอธิบายทางสังคมที่ไม่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

คำว่า Socioscientific issues หรือ Socio-scientific issues นักการศึกษาในประเทศไทย ใช้คำว่าประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (ประสาธ นื่องเฉลิม, 2558) หรือประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (อัศวิน ณะนะปัด และคณะ, 2558) หรือประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (ณัฐวัตร อ้ายแก้ว และสุมาลี ชูกำแพง, 2564) ในงานวิจัยนี้ใช้คำว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และจากการศึกษาบทความ หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มี 7 ประเด็นที่จะนำเสนอ ได้แก่ 1. ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 2. ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 3. ลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 4. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และ 5. บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

Sadler and Zeidler (2005) ได้กล่าวไว้ว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็น ประเด็นที่มักจะมีการถกเถียงกันภายในสังคม ซึ่งมาจากมุมมองความคิดที่หลากหลาย และยังไม่มียุทธวิธี และมักที่จะมีความเกี่ยวข้องกับการมีคุณธรรมจริยธรรม ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นที่ตั้งอยู่บนแนวคิด หรือปัญหาซึ่งก่อให้เกิดการโต้แย้ง โดยธรรมชาติ และเป็นช่องทางในการร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

Zeidler and Nichols (2009) ได้ให้ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการนำเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสนทนา การอภิปราย และการโต้แย้ง ซึ่งจะมีการให้เหตุผลเชิงจริยธรรม หรือมีการประเมินความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับจริยธรรมในกระบวนการตัดสินใจ และแก้ปัญหาในประเด็นนั้น ๆ

Sadler (2011) ได้กล่าวไว้ว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นที่มีการถกเถียงกันในสังคม ซึ่งประเด็นนี้จะเกี่ยวข้องกับมโนทัศน์หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นปัญหาและถูกระบุด้วยคำถามปลายเปิดโดยไม่ได้มีคำตอบหรือข้อสรุปที่ชัดเจน ซึ่งอาจเป็นปัญหาที่สามารถมีคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ โดยข้อสรุปหรือคำตอบของปัญหาอาจได้มาจากหลักการ ทฤษฎี และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และต้องเป็นประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางสังคม เช่น การเมือง เศรษฐกิจ หรือศีลธรรม ซึ่งอาจเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เทคโนโลยีทางพันธุศาสตร์ วิกฤติด้านสภาพแวดล้อม หรือการหาตำแหน่งสำหรับก่อตั้งโรงไฟฟ้าแห่งใหม่ เป็นต้น

Pipiorntapin and Topcu (2016) ได้กล่าวไว้ว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นการนำประเด็นทางสังคมที่ยังไม่มีข้อสรุปและมีการแบ่งความคิดเห็นออกเป็นสองฝั่ง นำเสนอแก่นักเรียน ซึ่งการใช้ประเด็นสังคมที่มีความขัดแย้งในห้องเรียนจะช่วยทำให้นักเรียนตระหนักถึงจริยธรรม เศรษฐกิจ นโยบาย และพัฒนาการทางด้านอารมณ์ผ่านการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน

ประสาธน์ เถลิง (2551) ได้กล่าวไว้ว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นประเด็นที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน และยังสามารถรับรู้ได้จากสื่อต่าง ๆ เช่น โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ วารสาร หรืออินเทอร์เน็ต โดยจะทำให้เกิดการคิด และตัดสินใจโดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น เช่น เรื่องภาวะโลกร้อน เซลล์ต้นกำเนิด หรือ พลังงานทางเลือก เป็นต้น

พินิจ ขำวงษ์ (2551) ได้กล่าวไว้ว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หมายถึง ประเด็นที่กำลังถกเถียงกันในสังคมอันเนื่องมาจากความแตกต่างทางความคิดเห็นเกี่ยวกับความถูกต้อง ความเหมาะสมของแนวคิด กระบวนการและเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากความกังวล และไม่แน่ใจในความปลอดภัยและผลกระทบของเทคโนโลยี และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ที่อาจมีต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดการโต้แย้งทางความคิดขึ้นภายในสังคม ซึ่งในอนาคตประเด็นเช่นนี้มีแนวโน้มที่มากขึ้นพร้อม ๆ ไปด้วยความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว

ประสาธน์ เถลิง (2557) ได้กล่าวไว้ว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นประเด็นที่กระแสวิพากษ์วิจารณ์และคาดเดาว่าจะมีผลกระทบต่อสังคม โดยปรากฏทั่วไปตามสื่อต่าง ๆ ข่าว สารคดี นิตยสารหรือวารสารทางวิชาการ ซึ่งเป็นประเด็นที่ยังไม่มีคำตอบหรือทางออกที่ชัดเจน

พิชญา ศิลาอม (2561) ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่มีการถกเถียงหรือให้ความสนใจในสังคม ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์และข้อมูลทางสังคม วัฒนธรรม รวมทั้งศีลธรรมมาอธิบายหรือลงข้อสรุป ซึ่งข้อสรุปนั้นอาจไม่ได้มีเพียงคำตอบเดียว แต่มีความหลากหลายตามบริบทของสังคมและวัฒนธรรม ซึ่งประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นี้จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ และตัดสินใจรวมทั้งโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

จากการศึกษาเอกสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หมายถึง ประเด็นร้อนที่เกิดขึ้นในสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ยังคงหาข้อยุติไม่ได้ในเวลานั้น ทำให้ผู้คนในสังคมมักแบ่งเป็นฝ่ายที่เห็นด้วยกับไม่เห็นด้วยกับประเด็นที่เกิดขึ้น เกิดการโต้แย้ง มีการตัดสินใจโดยอ้างอิงหลักการ ทฤษฎี และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และมักมีการอ้างถึงคุณธรรม และจริยธรรมประกอบการตัดสินใจด้วย

2. ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

Sadler and Zeidler (2004) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จะช่วยพัฒนาทักษะในการอภิปรายอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยมีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ และมีหลักฐานเชิงประจักษ์ ทักษะการตีความหมายเพื่อประเมินคุณค่า และความน่าเชื่อถือของข้อมูล และข่าวสารที่มีอยู่เสริมสร้างความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษา

Zeidler and Nichols (2009) ได้กล่าวไว้ว่า ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ได้มีการนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นการเตรียมนักเรียนให้มีความพร้อมในการกระทำหรือมีการแสดงออกอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาความสามารถในการประเมินข้อมูลข่าวสารในชีวิตประจำวันเพื่อนำมาตัดสินใจ สามารถเข้าร่วมเป็นส่วนหนึ่งของการโต้แย้งในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้

Zeidler et al. (2010) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน และทำให้นักเรียนเข้าใจว่าวิธีการโต้แย้งที่เป็นปัญหามีผลต่อการดำรงชีวิต การจัดการเรียนรู้ที่เน้นปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียวไม่สามารถที่จะจัดการกับปัญหาได้ โดยเฉพาะปัญหาที่เกี่ยวข้องกับศีลธรรม การเมือง สังคม และเศรษฐกิจ ดังนั้นนักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้เรื่องราวจากประเด็นต่าง ๆ ในสังคมเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินชีวิตในสังคมในอนาคตได้

Sadler (2011) ได้กล่าวไว้ว่า นักเรียนที่มีประสบการณ์การเรียนรู้จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จะเป็นผู้ที่มีการเตรียมพร้อมในการรับมือกับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ซึ่งเกิดขึ้นในชีวิตจริง นักเรียนจะมีแนวโน้มที่จะตระหนักถึงความสำคัญของประเด็นนั้น ๆ มีการจัดเตรียมหรือหาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ดี และมีประสบการณ์จากการฝึกปฏิบัติในการที่จะเจรจาหรือโต้แย้งประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมที่ซับซ้อน โดยสิ่งเหล่านี้จะส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์หรือมีการรู้วิทยาศาสตร์

ประสาธ เนืองเฉลิม (2557) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พัฒนาทักษะการให้เหตุผล พัฒนาความสามารถตัดสินใจโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนจะนำมาตัดสินใจสถานการณ์ต่าง ๆ โดยคำนึงถึงบริบททางสังคม เปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น วิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบรอบคอบ มีจิตสำนึกต่อสังคมในการตัดสินใจประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับสร้างการรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับการดำรงชีวิตในสังคม การเมือง เศรษฐกิจ และวัฒนธรรม เพื่อเตรียมความพร้อมการเป็นพลเมืองที่รู้วิทยาศาสตร์

พิชญา ศิลาอม (2561) ได้กล่าวไว้ว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่มีแนวคิดทางการศึกษาที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ผ่านการโต้แย้งโดยใช้หลักฐานหรือข้อมูลข่าวสารที่เหมาะสม สามารถเลือกสรรข้อมูลข่าวสารที่เป็นประโยชน์ และเข้าร่วมเป็นส่วนหนึ่งในการถกเถียงประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมได้ ซึ่งเหล่านี้เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นแก่นักเรียน ทำให้เป็นพลเมืองที่มีคุณภาพและมีเหตุผล สามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือในชีวิตจริงได้

จากการศึกษาเอกสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีความสำคัญช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันและสังคมได้ อย่างเป็นเหตุเป็นผล ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจที่มีทั้งความรู้และหัวใจ โดยเกิดจากที่ได้ฝึกการโต้แย้ง ฝึกตัดสินใจโดยอ้างอิงหลักฐานและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบความคิดเห็นของตนเอง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และคำนึงถึงผลกระทบของการตัดสินใจอันอยู่บนพื้นฐานคุณธรรม จริยธรรม วัฒนธรรม และความเชื่อของสังคม ดังนั้นผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนรู้เนื้อหาในหลักสูตร เชื่อมโยงกับโลกความเป็นจริงผ่านประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อเตรียมความพร้อมการเป็นพลเมืองที่รู้วิทยาศาสตร์ควบคู่กับการดำเนินชีวิตให้เข้ากับสังคมได้

3. ลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ พบว่า ในปัจจุบันยังไม่มีมีการกำหนดเป็นกรอบที่แน่นอนว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จะต้องมีลักษณะหรือมีองค์ประกอบกี่ประการและจำเป็นต้องมีครบทุกองค์ประกอบหรือไม่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกรอบทบทวนวรรณกรรมและการกำหนดนิยามของแต่ละบทเรียน แต่ยังคงพบว่ามีผู้ระบุลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เอาไว้ ซึ่งลักษณะดังต่อไปนี้

Ratcliffe and Grace (2003) ได้กล่าวไว้ว่า ลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับ หรือ ไม่ยอมรับซึ่งแต่ละคนอาจตอบสนองต่อประเด็นนั้น ๆ แตกต่างกันไปอันเนื่องมาจากความแตกต่างทางความคิด สังคม และวัฒนธรรม
2. เป็นประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับโลก ซึ่งประเด็นนั้น ๆ ไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อบุคคล หรือ ชุมชนในท้องถิ่นหนึ่ง ๆ เท่านั้น แต่อาจส่งผลรวมถึงทุกคนในระดับโลก

Sadler (2004) ได้กล่าวไว้ว่า ลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ควรมีลักษณะ ดังนี้

1. เป็นประเด็นที่เป็นข้อโต้แย้งในสังคมที่เกิดจากความคิดเห็นที่ไม่ตรงกัน มีความเกี่ยวข้องกับแนวคิด วิธีการ หรือ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่มีความสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์

2. เป็นประเด็นที่มีความซับซ้อนนั้นคือ มีความเกี่ยวข้อง หรือมีผลกระทบในหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านสังคม ด้านเศรษฐกิจ ด้านศาสนา และศีลธรรม โดยทั่วไปมักเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความขัดแย้งระหว่างเหตุผลทางวิทยาศาสตร์กับเหตุผลทางด้านศีลธรรมจรรยา

3. เป็นประเด็นปัญหาที่ยังไม่มีความชัดเจนในการแก้ปัญหา และปัญหานั้นนักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางด้านสังคม และความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ผสมผสานกัน โดยคำตอบของประเด็นดังกล่าวนั้นมีความเป็นไปได้ในหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับทัศนคติ ความคิดเห็นของผู้ตอบ จึงทำให้ยังไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือผิดสำหรับประเด็นดังกล่าว

Sadler et al. (2007) ได้กล่าวไว้ว่า ประเด็นทางสังคมที่ข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์นั้น เป็นประเด็นที่มีลักษณะที่นักเรียนไม่ได้ทราบมาก่อนล่วงหน้า นักเรียนหรือผู้เกี่ยวข้องจะต้องไม่รู้เกี่ยวกับประเด็นนั้นทั้งหมดหรือยังไม่มีข้อมูลมาก่อนที่จะตัดสินใจ

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์ (2558) ได้กล่าวไว้ว่า ลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. เป็นประเด็นที่มีพื้นฐานองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมักจะเป็นความรู้ที่ยังคงดำเนินการศึกษาวิจัยอยู่ในชั้นแนวหน้าของสิ่งที่รู้แล้วกับสิ่งที่ยังไม่รู้ คำตอบ

2. เป็นการแสดงความคิดเห็นและตัดสินใจ คือมีความเกี่ยวข้องกับการแสดงความคิดเห็นมีการตัดสินใจทั้งในระดับบุคคลและระดับสังคม

3. สื่อมวลชนให้ความสนใจ คือการที่สื่อต่าง ๆ ให้ความสนใจรายงานถึงประเด็นหนึ่ง ๆ ซึ่งมักจะพบว่าใช้เวลาในการนำเสนอเป็นหัวข้อพิเศษที่มีจุดประสงค์ในการนำเสนอเฉพาะเจาะจง

4. เป็นข้อมูลที่ยังไม่สมบูรณ์ คือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ยังอยู่ในการศึกษา ยังเป็นประเด็นที่ถกเถียงและยังหาข้อสรุปความรู้ที่ยอมรับร่วมกันยังไม่ได้

5. หลักฐานข้อมูลการรายงานทางวิทยาศาสตร์ยังไม่สมบูรณ์ คือการที่ประเด็นนั้น ๆ ยังไม่สามารถสรุปหรือหาคำอธิบายได้เป็นที่แน่ชัด เนื่องจากยังขาดหลักฐานสนับสนุน คำอธิบาย

6. เป็นประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อทั้งในระดับท้องถิ่นถึงระดับโลก คือประเด็นนั้น ๆ ไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อบุคคลหรือชุมชนในท้องถิ่นหนึ่ง ๆ เท่านั้นแต่อาจส่งผลรวมถึงทุกคนในชาติหรือระดับโลก โดยมีความเกี่ยวข้องกับทั้งมิติของสังคมและการเมือง

7. มีการประเมินเรื่องงบประมาณ คือประเด็นนั้นได้รับการพิจารณาคำนวณด้านการลงทุนผลกระทบต่าง ๆ ในเชิงตัวเลข เชิงเศรษฐกิจถึงคุณค่าและผลประโยชน์ที่จะได้รับ

8. มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาที่ยั่งยืน คือการพัฒนานั้นไม่จำกัดอยู่แค่ในช่วงชีวิตของคนในรุ่นปัจจุบันเท่านั้น แต่การพัฒนาจะคำนึงถึงผลกระทบต่อเนื่องไปในรุ่นลูกหลานด้วย

9. มีความเกี่ยวข้องกับความน่าจะเป็น คือการพิจารณาในประเด็นนั้นจะศึกษาถึงแนวโน้มและความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากผลของการตัดสินใจต่อประเด็นนั้น ๆ และ

10. มีความเกี่ยวข้องเกี่ยวกับเรื่องของเหตุผล คุณค่าทางจิตใจ ศีลธรรมและคุณธรรม คือการพิจารณาประเด็นนั้น จะไม่เพียงแต่พิจารณาข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์และข้อมูลเชิงปริมาณเท่านั้น แต่จะพิจารณาไปถึงผลกระทบในเชิงคุณภาพ จิตใจและความเป็นมนุษย์ด้วย

อรณีษา หงษ์เกิด (2561) ได้กล่าวถึงลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นประเด็นหรือข้อถกเถียงที่ยังไม่มีทางออก ข้อยุติหรือข้อสรุปที่ชัดเจน เป็นประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับคุณธรรม จริยธรรม การเมือง เศรษฐกิจหรือศาสนา ซึ่งรูปแบบคำตอบของประเด็นดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับทัศนคติที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคล

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในสังคม ซึ่งคนในสังคมมักมีความคิดเห็นที่แตกต่างกันหรือที่เรียกว่า “นานาจิตตัง” จึงทำให้เกิดการถกเถียง หรือโต้แย้งกันในระดับท้องถิ่น ไปจนถึงระดับโลก ซึ่งเป็นประเด็นที่ยังไม่สามารถหาข้อยุติได้หรือหาคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ยังไม่ได้เป็นที่แน่ชัด เนื่องจากยังขาดหลักฐานสนับสนุนคำอธิบาย สภาวะการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในเวลานั้น และยังเป็นประเด็นที่ไม่เพียงแต่พิจารณาข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่จะพิจารณาไปถึงผลกระทบจิตใจและความเป็นมนุษย์ด้วย จึงจะได้ชื่อว่าเป็นผู้ตัดสินใจที่มีทั้งความรู้และหัวใจ

4. ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ไม่จำเป็นต้องเป็นขั้นตอนที่แน่นอน ควรพิจารณาถึงบริบทเนื้อหา ประเด็นที่ใช้และปัจจัยของครู แต่สิ่งที่ครูควรปฏิบัติคือ ควรมีการนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาเป็นอันดับแรก เพื่อใช้เป็นตัวกำหนดบริบทในการจัดการเรียนรู้ต่อไป ซึ่งนักเรียนควรได้เรียนรู้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านั้นได้ (Sadler, 2011) และต่อมาผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งพบว่า มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

Ratcliffe (1997) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ขึ้นสร้างทางเลือก เป็นขั้นที่นักเรียนสร้างทางเลือกในการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ครูหยิบยกขึ้น

2. ชั้นสร้างเกณฑ์ เป็นชั้นที่นักเรียนพัฒนาเกณฑ์ที่เหมาะสมในการนำมาใช้เปรียบเทียบทางเลือกในการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหานั้น ๆ
3. ชั้นค้นหาข้อมูล เป็นชั้นที่นักเรียนนำข้อมูลหลักฐานมาใช้ประกอบเกณฑ์การเลือกในการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหาให้ชัดเจน
4. ชั้นสำรวจทางเลือก เป็นชั้นที่นักเรียนทำการสำรวจและประเมินข้อดี รวมทั้งข้อจำกัดของทางเลือกที่ถูกพัฒนาขึ้น
5. ชั้นตัดสินใจเลือก เป็นชั้นที่นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลหลักฐานที่มีและตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด
6. ชั้นตรวจสอบ เป็นชั้นที่นักเรียนตรวจสอบการตัดสินใจให้ถี่ถ้วนอีกครั้งเพื่อระบุข้อผิดพลาดและทำการปรับปรุงแก้ไข

Lewis (2003) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมตัวก่อนการสอน (Preparation) ครูค้นคว้าสื่อต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับประเด็นที่จะใช้กับเนื้อหาที่ต้องการสอน เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร นิตยสาร อินเทอร์เน็ต รวบรวมข้อมูลได้จำนวนมากแล้ว ครูสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ในการสร้างเป็นกรณีศึกษา (Case studies) หรือการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning)

ขั้นที่ 2 การพัฒนาทักษะ (Developing skills) ครูควรพัฒนาทักษะที่สำคัญให้กับนักเรียน โดยการแสดงให้เห็นกระบวนการเป็นตัวอย่าง (Modeling the process) เพื่อให้ นักเรียน ปฏิบัติตาม หรือครูอาจเพิ่มความซับซ้อนในกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนได้รับทักษะที่สำคัญจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังนี้ 1. การอ่านอย่างรอบคอบ จับใจความ 2. การจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อมูล ข้อเท็จจริงและความคิดเห็น 3. การจำแนกสิ่งที่รู้และสิ่งที่ไม่รู้ 4. การค้นคว้าหาแหล่งข้อมูลและประเมินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล 5. ความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการวิเคราะห์จุดอ่อนของการออกแบบการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ 6. การใช้ข้อมูลจำนวนมากในการโต้แย้ง

ขั้นที่ 3 การนำอภิปราย (Leading the discussion) นักเรียนจำเป็นต้องทำความเข้าใจข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษา เพื่อให้สามารถอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสังคมดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูควรเตรียมพร้อมที่จะให้คำแนะนำ และชี้แนะนักเรียนในการค้นคว้าหาข้อมูลและทำงานให้สำเร็จตามที่ได้รับมอบหมาย ครูควรแสดงบทบาทในการดูแลการอภิปรายให้เหมาะสม เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ในแบบของตนเอง

ขั้นที่ 4 การประเมินผล (Assessing the outcomes) ครูพัฒนาการประเมินผลตาม วัตถุประสงค์และประสบการณ์ตรงของนักเรียนให้เกิดแรงจูงใจ และทักษะการวิเคราะห์ และ เนื่องจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไม่มีคำตอบหรือทางออกที่ถูกต้องทั้งหมดหรือ ผิดทั้งหมด การสร้างเกณฑ์ในการประเมินนักเรียนจึงช่วยวิเคราะห์คุณภาพของความคิดเห็น ความ เป็นเหตุของคำตอบหรือข้อสรุปและหลักฐานประกอบข้อสรุป ดังนั้น การประเมินผลจึงไม่ขึ้นอยู่กับ มุมมองที่เหมือนหรือต่างจากครู แต่ขึ้นกับกระบวนการซึ่งการได้มาของคำตอบและคุณภาพของ แหล่งข้อมูล

Zeidler et al. (2009) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. กำหนดหัวข้อ เป็นการกำหนดหัวข้อ ซึ่งหัวข้อนั้นอาจจะเป็นบทความในนิตยสาร โฆษณา หรือข่าว เพื่อใช้เป็นหัวข้อในการถกเถียงกัน มีการกระตุ้นเพียงพอที่จะสนับสนุนให้นักเรียน สนใจ และมีส่วนร่วม

2. ทำทหายความเชื่อหลัก เป็นการใช้คำถามมาเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของการ ถกเถียงในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งคำถามที่นำมาใช้จะต้องก่อให้เกิดการโต้แย้ง

3. การสอนอย่างเป็นทางการ เป็นขั้นตอนที่ครูสอนสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้นักเรียนมี พื้นฐาน ซึ่งเป็นการสร้างความเข้าใจที่ดีขึ้นของข้อมูลผ่านการค้นหาคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ขั้นตอนนี้ควรทำให้นักเรียนเห็นถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยตรง

4. กิจกรรมกลุ่ม เป็นขั้นตอนของการสร้างกลุ่มสืบค้นข้อมูล และนำเสนองานเพราะ การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ต้องการให้นักเรียนเกิดการมีส่วนร่วม และมีความมุ่งมั่นในการที่จะค้นหากิจกรรมของบุคคล และกิจกรรมกลุ่มต้องมีประโยชน์ โครงสร้าง ของกิจกรรมที่หลากหลายรวมอยู่ในการตรวจสอบหาความจริงของแต่ละบุคคล การประเมินความ ถูกต้อง และความน่าเชื่อถือของหลักฐาน

Eilks (2010) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้อง กับวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ในขั้นนี้ครูจะเสนอปัญหาให้นักเรียนได้วิเคราะห์ ซึ่งต้องเป็น ปัญหาจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีความขัดแย้งเกิดขึ้นในปัจจุบันจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ บทความ หรือจากโทรทัศน์ เป็นต้น

2. ขั้นทำให้ชัดเจนโดยใช้วิทยาศาสตร์ ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูช่วยนักเรียนให้เข้าใจ เนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่ได้เสนอไปในขั้นที่แล้ว

3. ชั้นศึกษาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อีกครั้ง เมื่อนักเรียนมีความรู้พื้นฐานแล้วจึงให้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ก่อนนำมาอภิปราย

4. ชั้นแสดงบทบาทสมมติ นักเรียนได้รับบทบาทที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ กัน แล้วมาโต้เถียงกันในมุมต่าง ๆ ตามบทบาทที่ตนได้รับ ซึ่งอาจอยู่ในลักษณะของการแบ่งฝ่ายเพื่อโต้ว่าที่หรือสร้างสื่อต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับประเด็นนั้นเพื่อนำเสนอปัญหา

5. ชั้นสะท้อนคิด ครูกระตุ้นให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดจากประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ โดยจะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Lin and Mintzes (2010) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยมุ่งเน้นให้นักเรียนมีการอภิปรายกลุ่มใหญ่ทั้งในห้องเรียน จากนั้นให้นักเรียนได้มีการอภิปรายในกลุ่มย่อยเพื่อแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็น โดยมีลำดับขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน โดยครูเป็นผู้นำเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ปัจจุบัน และเป็นประเด็นที่เกิดการโต้แย้งกันในสังคมซึ่งประเด็นนั้นมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันของนักเรียน หรือนักเรียนเข้าใจประเด็นได้ง่าย และเป็นประเด็นที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจนจากนั้นครูจะใช้การถามคำถามเพื่อเข้าสู่บทเรียน

2. ชั้นสำรวจ นักเรียนใช้กระบวนการกลุ่มในการหาข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการสนับสนุนความคิดเห็นของตนเอง

3. ชั้นอภิปราย นักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นที่ตนเองเห็นด้วย และใช้หลักฐานในการสนับสนุนเหตุผลในกลุ่มย่อยจากนั้นจึงมาอภิปรายในกลุ่มใหญ่

4. ชั้นสรุป นักเรียนช่วยกันสรุปโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ โดยที่ครูจะเป็นผู้เพิ่มเติมเนื้อหาที่ยังไม่สมบูรณ์ หรือครูใช้การตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนสรุป

Rundgren et al (2016) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Sadler and Zeidler โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. ชี้นำเสนอประเด็น ครูนำเสนอประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาใช้ให้นักเรียนได้มีการอภิปราย และโต้แย้งกันภายในชั้นเรียน ในขั้นตอนนี้ครูจะต้องแจ้งให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับประเด็นปัญหา อธิบายความสำคัญของประเด็นที่นำมา และทำให้นักเรียนตระหนักถึงความซับซ้อนของประเด็นโดยการกำหนดมุมมองที่หลากหลายรอบตัว ในตอนท้ายของการนำเสนอให้นักเรียนต้องมีความคิดเห็นต่อประเด็นที่นำเสนอเป็นของตนเอง โดยอาจจะใช้คำถาม เช่น

เมื่อนักเรียนพิจารณาแล้ว นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับประเด็นนี้ หรือ นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไร

2. ขั้นจัดกลุ่มและสืบค้นข้อมูล จัดนักเรียนที่มีความคิดเห็นเหมือนกันให้อยู่กลุ่มเดียวกัน จากนั้นให้นักเรียนค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมและกำหนดข้อโต้แย้ง ค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเริ่มอภิปรายมุมมองต่าง ๆ ของประเด็น และกำหนดข้อโต้แย้งให้มากที่สุด (พร้อมเหตุผลสนับสนุนและหลักฐาน) เท่าที่จะทำได้

3. ขั้นอภิปรายกลุ่ม นักเรียนพูดคุยและอภิปรายกันในกลุ่ม นำเสนอข้อมูลที่แต่ละคนภายในกลุ่มหามาได้ เพื่อให้ได้ข้อสรุป และเหตุผลสนับสนุนที่มากที่สุด เพื่อใช้ในการอภิปรายในชั้นเรียนต่อไป

4. ขั้นอภิปรายในชั้นเรียน นักเรียนร่วมกันอภิปราย และโต้แย้ง โดยที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้ออ้างของกลุ่มตนเองที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลในขั้นตอนที่ 2 หลังจากนักเรียนที่นำเสนอข้ออ้าง และเหตุผลประกอบแล้ว ให้เพื่อนต่างกลุ่มแสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย พร้อมระบุข้ออ้าง และเหตุผลประกอบ

5. ขั้นสรุปความคิด ครูให้นักเรียนเขียนกรอบการโต้แย้งของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้ประเด็นเดียวกับที่ทำการโต้แย้ง ซึ่งข้อคำถามจะเป็นการให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ระบุข้ออ้าง และเหตุผลประกอบตามความคิดเห็นของนักเรียน

6. ขั้นเสนอแนะเพิ่มเติม ครูให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการโต้แย้ง และการตัดสินใจอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนรวมถึงสรุปประเด็นสำคัญที่เกิดขึ้นจากการฝึกการโต้แย้ง โดยครูจะให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการแสดงออกของนักเรียนเกี่ยวกับมิติหลายมิติของปัญหาการใช้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการและการใช้เหตุผลสนับสนุนต่าง ๆ ในการตัดสินใจ โดยที่ครูจะต้องไม่ลืมว่าไม่มีคำตอบที่ถูกต้องหรือผิด ใช้ได้หรือไม่ ขึ้นอยู่กับการให้เหตุผลในการตัดสินใจ และแต่ละความคิดล้วนมีประโยชน์ซึ่งจะนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบเพิ่มเติมต่อไป

Sadler et al. (2017) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ขั้นเผชิญกับประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ (Encounter Focal Issue) เป็นขั้นที่นักเรียนได้รับรู้และเผชิญกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จากการที่ครูได้คัดสรรและหยิบยกขึ้นมานำเสนอในชั้นเรียนผ่านสื่อต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ อภิปราย เชื่อมโยงประเด็นเหล่านั้นกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Connections to Science ideas) และข้อควรคำนึงถึงของสังคม (Connection to Societal Concerns)

2. ขั้นเรียนรู้จากประเด็นปัญหา (Engage With) เป็นขั้นที่นักเรียนจะเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ เริ่มจากการวิเคราะห์แนวคิดหลักของประเด็นปัญหา จากนั้นสืบเสาะหาความรู้

ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง พร้อมกับฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การใช้เทคโนโลยีในการสำรวจ สืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูล และการสื่อสารข้อมูล เป็นต้น รวมทั้งฝึกให้เหตุผลต่อประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-Scientific Reasoning Practices) ในหลากหลายมุมมอง โดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาอธิบาย อภิปรายโต้แย้ง และตัดสินใจให้เหตุผล

3. ชั้นสังเคราะห์แนวคิดและแนวทางปฏิบัติ (Synthesize Key Ideas and Practices) เป็นชั้นที่นักเรียนได้สังเคราะห์แนวคิดสำคัญและแนวทางปฏิบัติจากกระบวนการเรียนรู้ผ่านการสะท้อนความคิดของตนเอง

ประสาธน์ เนืองเฉลิม (2558) เป็นบุคคลแรกที่ได้นำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เข้ามาในประเทศไทย ซึ่งท่านได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ชั้นค้นหาประเด็นปัญหา เป็นชั้นที่เน้นให้ครูกำหนดความรู้เพิ่มเติมในประเด็นที่กำลังเป็นที่โต้แย้งในสังคมซึ่งต้องเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยค้นคว้าในสื่อต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หรือสื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เป็นต้น

2. ชั้นจัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ เป็นชั้นที่ครูนำประเด็นปัญหาที่สืบค้นมาจัดกลุ่มตามความสำคัญเรียงจากปัญหาที่สำคัญมากที่สุดไปหาปัญหาที่มีความสำคัญน้อยที่สุด เพื่อนำมาคัดเลือก โดยเลือกประเด็นปัญหาที่มีความสำคัญมากที่สุด เพื่อนำมาวิพากษ์และหาคำตอบร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน

3. ชั้นวิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา เป็นชั้นที่ครูวิเคราะห์ว่านักเรียนมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับประเด็นปัญหาอย่างไรบ้าง มีข้อสงสัยหรือต้องการทำความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาในแง่มุมใดเพิ่มเติม ซึ่งเป็นการฝึกให้นักเรียนสะท้อนสิ่งที่ตนรู้และสิ่งที่อยากรู้ออกมา

4. ชั้นวางแผนแก้ไขประเด็นปัญหา เป็นชั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนหาแนวทางแก้ไขเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากกระบวนการกลุ่ม มีการฝึกทักษะการคิดแบบต่าง ๆ เช่น คิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดอย่างสร้างสรรค์ เป็นต้น

5. ชั้นจัดประสบการณ์การเรียนรู้ เป็นชั้นที่ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนแสวงหาองค์ความรู้ที่จะสนับสนุนเหตุผลของตนที่มีต่อประเด็นปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง และคุณธรรมจริยธรรมที่จะส่งเสริมให้นักเรียน

6. ชั้นประเมินผล เป็นชั้นที่ครูประเมินผลนักเรียนตามสภาพจริง โดยต้องมีหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ มีกระบวนการคิดขั้นสูง และสอดคล้องกับการมีคุณธรรม จริยธรรม

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ตามแนวคิดของ Sadler et al. (2017) ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเผชิญกับประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ (Encounter Focal Issue) เป็นขั้นที่นักเรียนได้รับรู้และเผชิญกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จากการที่ครูได้คัดสรรและหยิบยกขึ้นมาเสนอในชั้นเรียนผ่านสื่อต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย โดยครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างหรือคำตอบเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ ระบุข้อควรคำนึงถึงสังคม และระบุความเชื่อมโยงประเด็นเหล่านั้นกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียนลงในใบกิจกรรม โดยมีครูคอยอำนวยความสะดวก

ขั้นที่ 2 ขั้นเรียนรู้จากประเด็นปัญหา (Engage With) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้เรียนรู้เนื้อหาที่จะเรียนที่สอดคล้องกับประเด็นปัญหา แล้วตอบคำถามในใบงาน ครูและนักเรียนเฉลยใบงานร่วมกัน จากนั้นนักเรียนสืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาระบุเป็นหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และให้เหตุผลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พร้อมบันทึกลงในใบกิจกรรม ต่อมานักเรียนแต่ละกลุ่มนำคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มาใช้ในการอธิบาย การตัดสินใจ โดยใช้ข้อควรคำนึงถึงสังคมมาประกอบการตัดสินใจ ด้วย ซึ่งมีครูคอยอำนวยความสะดวกและดูแลให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเคราะห์แนวคิดและแนวทางปฏิบัติ (Synthesize Key Ideas and Practices) เป็นขั้นที่นักเรียนได้สังเคราะห์ความคิดหลักและแนวทางปฏิบัติจากกระบวนการเรียนรู้ผ่านการสะท้อนความคิดของตนเองที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษา ซึ่งจะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยบันทึกลงในใบกิจกรรม

5. บทบาทของครูและนักเรียนเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

Zeidler and Nichols (2009) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอน และนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังนี้

บทบาทของครู

ครูจะต้องจัดกิจกรรมโดยให้ความสำคัญกับการโต้แย้งโดยใช้หลักฐาน ซึ่งคุณครูที่สนใจในการจัดกิจกรรมโดยเน้นการอภิปรายหรือสนทนาต้องมีการส่งเสริมให้มีการใช้ข้อมูลวิจัยหรือข้อมูลปัจจุบันมาสนับสนุน โดยคำถามที่ใช้กระตุ้นต้องนำนักเรียนให้ไปสู่แง่มุมต่าง ๆ ของประเด็นที่ยกขึ้นมาได้

บทบาทของนักเรียน

การนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาสู่การปฏิบัติจะต้องมีการทำให้นักเรียนนำเสนอเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และสังคมวัฒนธรรม นักเรียนจะเป็นผู้ปรับเปลี่ยนระบบความเชื่อของตนเองโดยการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในหลายแง่มุม แต่การปรับเปลี่ยนที่เกิดขึ้นอาจจะไม่ได้เกิดขึ้นที่ทันใด แต่จะ

เป็นการใช้หลักฐานมาหักล้างหรือสนับสนุนความเชื่อเดิมของตนเอง ซึ่งประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมนี้จะนำให้นักเรียนต้องการข้อมูลข่าวสารมากยิ่งขึ้น ต้องคิดอย่างมีวิจารณญาณ และสร้างข้อโต้แย้ง รวมทั้งหาหลักฐานเชิงประจักษ์อย่างเหมาะสม

Pipiomtapin and Topcu (2016) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอน และนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังนี้

บทบาทของครู

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ครูควรหลีกเลี่ยงการใช้อำนาจในห้องเรียน ในการจัดการเรียนการสอนควรเริ่มด้วยประเด็นที่ต้องการนำเสนอ โดยประเด็นนั้นควรเป็นประเด็นที่สัมพันธ์กับความรู้เดิมของนักเรียนและไม่ควรเป็นประเด็นที่เป็นข้อเท็จจริง เพราะต้องการส่งเสริมความคิดและความรู้ในห้องเรียน ครูควรจัดการให้นักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเพิ่มมากขึ้น และควรให้นักเรียนตระหนักได้ว่าประเด็นดังกล่าวเป็นประเด็นที่สังคมกำลังให้ความสนใจ และเกี่ยวข้องกับคนในสังคม

บทบาทของนักเรียน

นักเรียนจะต้องมีบทบาททำการเก็บรวบรวม ข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษาในหลายมิติ การโต้แย้งในชั้นเรียนจัดเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนการสอน โดยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องจัดลำดับการสืบค้นข้อมูล ตัดสินใจโดยอยู่บนพื้นฐานของคุณธรรม และจริยธรรม หาแนวทางการแก้ไขปัญหา และทำการอภิปรายในหลากหลายรูปแบบ เช่น การโต้แย้ง การพูดคุยเพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐานของความรู้

ประสาธ เนิองเฉลิม (2557) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอน และนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังนี้

บทบาทของครู

1. กำหนดประเด็นปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น
2. วางแผนกำหนดวิธีการหาคำตอบ การเก็บรวบรวมข้อมูล การลงมือดำเนินงาน การวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลงานร่วมกับนักเรียน
3. จัดเตรียมสื่อและแหล่งสืบค้นให้เพียงพอต่อการค้นคว้าข้อมูลของนักเรียน
4. ตั้งคำถามและกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด ร่วมกันตัดสินใจ
5. ส่งเสริมพัฒนาการด้านการคิดด้วยการจัดบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียนรู้และการคิดขั้นสูง

6. เสริมแรงการเรียนรู้ด้วยเทคนิคและวิธีการที่เหมาะสม

7. อำนวยความสะดวกการเรียนรู้ผ่านการอภิปรายร่วมกัน

บทบาทของนักเรียน

1. ตั้งคำถามที่ต้องการหาคำตอบตามความสนใจ และคำถามเกี่ยวกับปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสังคม
 2. วางแผน ค้นคว้าข้อมูลเพื่อประกอบการศึกษาค้นคว้า
 3. ปรับประยุกต์ใช้ทรัพยากรท้องถิ่นเพื่อเป็นแหล่งข้อมูล
 4. มีส่วนร่วมในการหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย
 5. ร่วมกันวิเคราะห์และคัดสรรข้อมูลเพื่อตัดสินใจ
 6. นำข้อมูลที่มากพอและมีความน่าเชื่อถือมาใช้ในการตัดสินใจเพื่อลงข้อสรุป
- ขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์ (2563) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ ขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์ (2563)

| บทบาทครู | บทบาทนักเรียน |
|---|---|
| 1. ให้ความสนใจเห็นความสำคัญของการวิเคราะห์ การพิจารณาความสอดคล้องระหว่างประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ต้องจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน | 1. ให้ความสนใจและให้ความสำคัญของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ครูคัดสรรมาให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ |
| 2. ศึกษาและทำความเข้าใจลักษณะสำคัญหรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ | 2. รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง โดยการลงมือปฏิบัติการสืบค้นข้อมูล สืบตรวจตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จากแหล่งต่าง ๆ |
| 3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ การอภิปราย การแสดงความคิดเห็น การโต้แย้งและให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ | 3. มีส่วนร่วมในการสร้างข้อสรุปหรือสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการโต้แย้งและให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากหลักฐานที่มาจากการศึกษาค้นคว้าและสำรวจตรวจสอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ |
| 4. สามารถใช้คำถามกระตุ้นความสนใจของ | 4. มีส่วนร่วมในการอภิปราย แสดงความคิดเห็น |

| บทบาทครู | บทบาทนักเรียน |
|---|---|
| นักเรียนในการอภิปราย ทบทวนหลักฐาน และสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ | โต้แย้งและให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ นำข้อสรุปหรือคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มาใช้ในการอภิปราย โต้แย้ง และให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และการตัดสินใจบนความเชื่อถือของหลักฐาน |
| 5. อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการให้คำแนะนำ ปรัชญาเกี่ยวกับแหล่งสืบค้นข้อมูลที่มีความถูกต้อง มีความน่าเชื่อถือ ช่วยสร้างความมั่นใจในการอภิปราย แสดงความคิดเห็นของนักเรียนอย่างเท่าเทียมกัน | 5. เปิดใจกว้างรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ยอมรับข้อสรุปที่มีหลักฐานและมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์รองรับ ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะจิตวิทยาศาสตร์ และความสามารถที่เกิดจากการเรียนรู้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน |
| 6. ประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างรอบคอบ เน้นการประเมินผลระหว่างการเรียนรู้ ประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริง และเป็นการประเมินเพื่อการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน | |

จากการศึกษาเอกสาร หนังสือ และบทความที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ครูจะต้องมีบทบาทในการค้นหาประเด็นที่กำลังเป็นประเด็นโต้แย้งทางความคิดระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคมจากแหล่งต่าง ๆ แล้วนำเสนอต่อนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์แสดงความคิดเห็น หรือเขียนข้อกล่าวอ้าง คอยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ โดยครูจัดเตรียมสื่อและแหล่งสืบค้นข้อมูลให้นักเรียน ตั้งคำถามและกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด ร่วมกันอภิปราย อธิบาย ร่วมกันตัดสินใจ โดยใช้หลักฐานหรือข้อมูลที่นำเชื่อถือมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ส่วนนักเรียนจะต้องมีบทบาทโดยมีส่วนร่วมในการเขียนข้อกล่าวอ้าง สืบค้นหาหลักฐานข้อมูล ร่วมกันวิเคราะห์และคัดสรรข้อมูลเพื่อตัดสินใจเพื่อลงข้อสรุปโดยอยู่บนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และจริยธรรม ซึ่งมีการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานด้วย และเปิดใจกว้างรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ยอมรับข้อสรุปที่มีหลักฐานและมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์รองรับ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

1. ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Kemmis and McTaggart (1988) ได้กล่าวไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นรูปแบบหนึ่งของการวิจัยที่ไม่ได้แตกต่างไปจากการวิจัยอื่น ๆ ในเชิงเทคนิค แต่แตกต่างในด้านวิธีการ ซึ่งวิธีการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การทำงานที่เป็นการสะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเองที่เป็น

วงจรแบบขดลวด (Spiral of Self-Reflecting) โดยเริ่มต้นที่ขั้นตอนการวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observing) และการสะท้อนกลับ (Reflecting) เป็นการวิจัยที่จำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

Johnson (2008) ได้กล่าวไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการหมายถึงการทำวิจัยระหว่างการปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหาที่ผู้ปฏิบัติงานกำลังเผชิญอยู่ โดยเป็นกระบวนการศึกษาสภาพหรือสถานการณ์ที่เป็นจริงของสถานศึกษาเพื่อทำความเข้าใจและพัฒนา ปรับปรุงคุณภาพของการปฏิบัติงาน

องอาจ นัยวัฒน์ (2548) ได้กล่าวไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่ทำโดยนักวิจัยและคณะบุคคลที่เป็นผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงาน องค์กร หรือชุมชน โดยมีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อนำผลการศึกษาวิจัยที่ค้นพบหรือสรรค์สร้างขึ้นไปใช้ปรับปรุงแก้ปัญหา หรือพัฒนาคุณภาพการปฏิบัติงานได้อย่างทันต่อเหตุการณ์ สอดคล้องกับสภาพปัญหาที่ต้องการแก้ไข รวมทั้งกลมกลืนกับโครงสร้างการบริหารงาน ตลอดจนบริบททางด้านสังคมและวัฒนธรรมและด้านอื่น ๆ ที่แวดล้อมหรือเกิดขึ้นในสถานที่เหล่านั้น

ธีระวุฒิ เอกะกุล (2551) ได้กล่าวไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการหมายถึง การรวบรวมและหรือการแสวงหาข้อเท็จจริง โดยใช้ขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปอันนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ ทั้งในด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงานในขอบข่ายที่รับผิดชอบ โดยผู้วิจัยมีการปรับปรุง แก้ไขและดำเนินการซ้ำหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งผลการปฏิบัติงานนั้นบรรลุจุดประสงค์หรือแก้ไขปัญหาที่ประสบอยู่ได้สำเร็จ

วีระยุทธ ชาตะกาญจน์ (2558) ได้กล่าวไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นกระบวนการที่มีเป้าหมายที่จะแก้ปัญหามุ่งเน้นการเปลี่ยนแปลงโดยบุคลากรในระบบร่วมกับนักวิจัยเข้ามามีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมบุคลากรในระบบในการพัฒนาของตนเอง และผู้อื่นให้เหมาะสมกับการดำเนินการ ไม่มีการแยกกลุ่มศึกษา กลุ่มทดลอง แต่เป็นการทดลองปฏิบัติในสถานการณ์ตามธรรมชาติ โดยวิเคราะห์สถานการณ์อย่างลึกซึ้ง และเหมาะสม เน้นที่การสร้างการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นขั้นตอนและบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ โดยอาศัยการมีส่วนร่วมของผู้เกี่ยวข้องตลอดกระบวนการวิจัย จนเกิดองค์ความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากกระบวนการวิจัย นำมาประมวลเป็นแนวคิดหลักการ และสร้างเป็นทฤษฎี

ประสาธ เนืองเฉลิม (2561) ได้กล่าวไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการดำเนินการวิจัยควบคู่ไปกับการปฏิบัติงานของครู ซึ่งต้องใช้กระบวนการที่น่าเชื่อถือและเป็นระบบในการแสวงหาคำตอบในสถานการณ์หรือบริบทในชั้นเรียน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการดังกล่าว ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การทำวิจัยเมื่อผู้วิจัยพบปัญหาในหน้าที่ที่ตนเองได้รับผิดชอบ เพื่อแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ โดยมีการวางแผนและปฏิบัติจริง พร้อมทั้งสังเกตและสะท้อนผลที่ได้ดำเนินการเป็นวงจรหมุนเวียนไปเรื่อย ๆ จนสามารถพัฒนา ปรับปรุงแก้ไข ปัญหาที่พบในการทำงานให้ดีขึ้น และเป็นไปตามความมุ่งหมายของงานวิจัยที่ได้ตั้งไว้

2. ขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Kemmis and McTaggart (1988) ได้เสนอขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การพัฒนาแผนการปฏิบัติงานเพื่อที่จะปรับปรุงสิ่งที่เป็นปัญหา (Plan) เป็นขั้นที่มีการวางแผน มีกรอบแนวทางในการดำเนินงานที่ชัดเจน แต่มีความยืดหยุ่น เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตที่จะส่งผลกระทบต่อแผนงานที่กำหนดไว้

2. การปฏิบัติตามแผน (Act) เป็นการดำเนินงานตามแผนที่ได้กำหนดไว้อย่างละเอียดรอบคอบ

3. การสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe) เป็นการบันทึกข้อมูล หลักฐานหรือร่องรอยที่เป็นผลมาจากการปฏิบัติงาน โดยอาจใช้เครื่องมือวัดต่าง ๆ ซึ่งบันทึกเหล่านี้จะนำไปสู่การสะท้อนผลและปรับปรุงการปฏิบัติงานในทิศทางที่ดียิ่งขึ้น

4. การสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) เป็นการทบทวนการปฏิบัติงานจากบันทึกที่ได้จากการสังเกตว่าได้ผลอย่างไร มีปัญหาอย่างไร เพื่อจะได้นำข้อมูลเหล่านี้มาประกอบในการวางแผนในวงรอบต่อไป

McKernan (1996) ได้เสนอขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหา เป็นการประเมินสถานการณ์ หรือปัญหาให้ชัดเจน เริ่มต้นที่การระบุปัญหา หรือสิ่งที่จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาซึ่งจะต้องระบุปัญหาให้ชัดเจน

2. กระประเมินความต้องการ เป็นการประเมินความต้องการ หรือความจำเป็นของปัญหาที่จะต้องการปรับปรุงแก้ไข โดยมีการเรียงลำดับความสำคัญก่อนหลัง เพื่อนำไปสู่การกำหนดแนวคิดการแก้ไขปัญหา

3. กำหนดสมมติฐานทางความคิด เป็นการกำหนดสถานการณ์ หรือแนวความคิดในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นผลเกิดขึ้นหลังจากปฏิบัติแล้วเพื่อกำหนดแนวคิดที่เป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติการ

4. การพัฒนาแผนปฏิบัติ ขั้นตอนนี้เป็นการพัฒนาแผนปฏิบัติการ มีการระบุบทบาทและเป้าหมายที่ชัดเจน ก่อนที่จะนำแผนการปฏิบัติไปลงมือปฏิบัติ

5. การลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนด นอกจากนี้ยังจะต้องมีการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติอย่างละเอียดรอบคอบ

6. การประเมินผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติเป็นระยะตามที่แผนวางไว้ โดยการใช้เครื่องมือที่มีความน่าเชื่อถือ

7. การสะท้อนผลการปฏิบัติ เป็นการอธิบาย และทำความเข้าใจของการปฏิบัติที่ผ่านมาในแต่ละขั้นตอน เป็นการตรวจสอบข้อมูลย้อนกลับและตรวจสอบผลการปฏิบัติการ

8. การตัดสินใจปฏิบัติการในวงจรต่อไป

Coghlan and Brannick (2001) ได้เสนอขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นขั้นตอนเบื้องต้น และขั้นตอนหลัก ดังต่อไปนี้ ขั้นตอนเบื้องต้น 1 ขั้นตอน คือการทำความเข้าใจบริบทของปัญหาที่ต้องการแก้ไขและการกำหนดจุดมุ่งหมายการปฏิบัติการ และมีขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. การวินิจฉัย (diagnosing) เป็นการวินิจฉัยสภาวะการณ์ของปัญหาที่จำเป็นต้องแก้ไขรวมทั้งการระบุนกรอบแนวคิดทฤษฎี และหลักการพื้นฐานสำหรับใช้รองรับการปฏิบัติงาน

2. การวางแผนปฏิบัติการ (planning) เป็นการวางแผนปฏิบัติการตามจุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหาหรือโครงการพัฒนาที่กำหนดไว้ โดยอาศัยข้อมูลจากผลการวินิจฉัยในขั้นตอนแรกและความร่วมมือร่วมใจของบุคลากรฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประเมิน

3. การลงมือปฏิบัติการ (taking action) เป็นการลงมือปฏิบัติการตามแผนการที่วางไว้ที่ละขั้นตอน

4. การประเมินผลการปฏิบัติการ (evaluation action) เป็นการประเมินผลการปฏิบัติงานทั้งที่เกิดขึ้นโดยตั้งใจและไม่ตั้งใจ เพื่อตรวจสอบดูความถูกต้องและความเหมาะสมของการวินิจฉัยและการปฏิบัติการตามแผน สารสนเทศที่ได้จากการประเมินผลในขั้นตอนนี้จะนำไปสู่การดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในวงจรรอบต่อไป

วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์ (2558) ได้นำเสนอกระบวนการหรือขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยประยุกต์ใช้กับการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอน และการบริหารจัดการการศึกษา โดยประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนการบริหารจัดการ ซึ่งถือได้ว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของกระบวนการ เนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นของการดำเนินงาน ถ้าผู้วิจัยขาดความตระหนักในความสำคัญของการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนและการบริหารจัดการแล้ว กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการจะไม่สามารถเกิดขึ้น

2. การศึกษา สํารวจ วิเคราะห์สภาพการปฏิบัติงาน เพื่อกำหนดจุดที่จะพัฒนาผู้วิจัยจะดำเนินการศึกษาสภาพปัญหาหรือประเด็นที่คิดว่าควรจะได้รับ การพัฒนา ซึ่งขั้นตอนนี้ผู้วิจัย

สามารถใช้เครื่องมือต่าง ๆ มาทำการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ เช่น การสังเกต สัมภาษณ์ บันทึกเหตุการณ์ ตรวจสอบเอกสาร การทดสอบ ฯลฯ

3. นำสภาพปัญหาหรือจุดที่จะพัฒนาไปปรึกษากับกลุ่ม เนื่องจากหลักการสำคัญประการหนึ่งของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือการดำเนินงานร่วมกันของกลุ่ม ดังนั้นเมื่อผู้วิจัยสามารถกำหนดปัญหาหรือจุดที่จะพัฒนาได้แล้ว ก็นำไปให้กลุ่มได้พิจารณาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ร่วมกัน

4. การวางแผนเพื่อแก้ปัญหาหรือเพื่อการพัฒนา ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะกำหนดแผนงานที่จะนำไปใช้ ซึ่งประกอบด้วยวัตถุประสงค์ของแผน ขั้นตอน วิธีการ เครื่องมือในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาและวิธีการประเมินผลความก้าวหน้า

5. นำแผนงานไปปรึกษากับกลุ่ม เพื่อวิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อยรวมทั้งคำแนะนำเพื่อนำไปใช้สำหรับการปรับปรุง แก้ไขแผนงานให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

6. การปรับปรุง แก้ไข ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะที่ได้จากกลุ่ม ตามขั้นตอนที่ 5 ไปปรับปรุงแก้ไขแผนงาน

7. การปฏิบัติงานตามแผนงาน ผู้วิจัยนำแผนงานที่จัดทำขึ้นไปปฏิบัติในสถานการณ์ที่ประสบอยู่

8. การประเมินผล เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลในระหว่างและภายหลังการดำเนินการตามแผน วิธีการที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นอาจจะใช้วิธีการให้ได้มาซึ่งข้อมูลในเชิงปริมาณ เช่น การใช้แบบสอบถาม แบบสำรวจ แบบทดสอบ หรือข้อมูลเชิงคุณภาพ เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์ ฯลฯ ก็ได้ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์มากที่สุดเพื่อใช้ในการประเมินผลการดำเนินงาน

หลังจากที่ผู้วิจัยทำการประเมินผล การปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้แล้วผู้วิจัยสามารถดำเนินการได้ใน 2 ลักษณะ คือ 1) ในกรณีที่แผนงานนั้นสามารถแก้ไขปัญหา หรือพัฒนาในสิ่งที่ต้องการได้สำเร็จก็ยุติได้ 2) ในกรณีที่แผนงานนั้นไม่สามารถแก้ไขปัญหาหรือพัฒนางานได้ตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยต้องย้อนกลับไปเริ่มต้นดำเนินการศึกษาวิจัยใหม่ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 อีกครั้ง

ประสาธน์ เองเฉลิม (2561) ได้นำเสนอกระบวนการหรือขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่าเป็นการวิจัยที่เน้นการมีส่วนร่วม การร่วมคิด ร่วมทำ และแก้ปัญหาที่เกิดจากการทำงาน แต่ผลการวิจัยนั้นไม่สามารถอ้างอิงไปยังกลุ่มอื่น ๆ ได้ โดยขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัย และกลุ่มที่ทำการวิจัยจะต้องศึกษารายละเอียดของปัญหาที่จะศึกษาอย่างชัดเจน จำแนก หรือพิจารณาปัญหาที่ประสงค์จะศึกษาโดยมีทฤษฎีรองรับในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น

2. เลือกปัญหาสำคัญที่เป็นสาระควรแก่การศึกษาวิจัย เลือกโดยอาศัยทฤษฎีมาร่วมพิจารณาลักษณะของปัญหา เพื่อนำมากำหนดความมุ่งหมายการวิจัยให้ชัดเจน สามารถทำความเข้าใจและอธิบายได้ อาจสร้างสมมติฐานของการวิจัยในรูปแบบของข้อความที่ต้องการจะประเมินโดยแสดงความสัมพันธ์ของปัญหากับหลักการ หรือกับทฤษฎี พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น เพื่อนำมากำหนดเป็นความมุ่งหมายของการวิจัยให้มีความเป็นวิชาการมากขึ้นกว่าแค่การทำงานประจำที่เป็นปกติ

3. เลือกเครื่องมือดำเนินการวิจัย ที่จะช่วยให้ได้คำตอบตามสมมติฐานที่ตั้งไว้โดยเครื่องมือที่ใช้จะมี 2 ลักษณะคือ เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติหรือวิธีการใหม่ ๆ หรือนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น และเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากปฏิบัติซึ่งจะช่วยให้เกิดการสะท้อนผลการปฏิบัติงานอย่างเป็นรูปธรรมยิ่งขึ้น

4. บันทึกเหตุการณ์อย่างละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการวิจัย ทั้งส่วนที่เป็นความก้าวหน้า และเป็นอุปสรรคตามวงจรของการปฏิบัติการ ขั้นตอนของการวางแผน การปฏิบัติการสังเกต และการสะท้อนผลการปฏิบัติ เก็บบันทึกไว้เพื่อใช้ในการปรับปรุงวงจรปฏิบัติการต่อไป และเพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์หาคำตอบตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้านต่าง ๆ ของข้อมูลที่รวบรวมไว้ซึ่งส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ การตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูลเพื่อให้แน่ใจความถูกต้อง แสดงรายละเอียด อธิบายสถานการณ์ จัดหมวดหมู่และแยกประเภทของกลุ่มข้อมูลตามหัวข้อที่เหมาะสม เปรียบเทียบข้อแตกต่าง และความคล้ายคลึงของข้อมูล

6. ตรวจสอบข้อมูลของกลุ่มผู้วิจัยได้พิจารณาไว้แล้วอีกครั้ง เพื่อสรุปหาคำตอบที่เป็นสาเหตุ และวิธีแก้ปัญหานั้นตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้และจะก่อประโยชน์สูงสุด โดยสรุปประมวลเป็นหลักการ รูปแบบของการปฏิบัติ หรือทฤษฎี

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ยึดตามกรอบแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) ซึ่งมีขั้นปฏิบัติ 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ขั้นวางแผนปฏิบัติการ (Plane) เป็นขั้นที่มีการวางแผนการปฏิบัติ โดยผู้วิจัยสำรวจสภาพปัญหาของนักเรียนในห้องเรียน แล้วหาวิธีการแก้ปัญหาโดยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่พบ ตามด้วยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ

2. ขั้นปฏิบัติการ (Act) เป็นขั้นที่ดำเนินการตามแผนที่ได้กำหนดไว้อย่างละเอียด และรอบคอบ โดยดำเนินการตามเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติซึ่งก็คือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาที่พบในขั้นวางแผนปฏิบัติการ

3. ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe) เป็นขั้นบันทึกข้อมูล หลักฐานหรือร่องรอยที่เป็นผลมาจากการปฏิบัติงาน โดยอาศัยเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลที่เกิดจากการปฏิบัติ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และการบันทึกดังกล่าวจะนำไปสู่การสะท้อนผลและปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ดียิ่งขึ้น

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) เป็นขั้นการสะท้อนคิด หรือทบทวนการปฏิบัติงานจากบันทึกที่ได้จากการสังเกตว่าได้ผลอย่างไร มีปัญหาอย่างไร เพื่อจะได้นำข้อมูลเหล่านี้มาประกอบในการวางแผนในวงรอบถัดไปจนกว่าจะบรรลุตามความมุ่งหมายที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยทั้งภายในประเทศและงานวิจัยต่างประเทศ ผู้วิจัยพบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการนำเสนองานวิจัยที่ได้ค้นคว้าโดยแบ่งเป็นงานวิจัยภายในประเทศและงานวิจัยต่างประเทศไว้ดังต่อไปนี้

1. งานวิจัยภายในประเทศ

ณัฐกฤษ ทองน้อย และคณะ (2560) ได้ทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เรื่อง แนวปฏิบัติที่ดีของฉันทในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เรื่อง “หญ้าเทียม” เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวปฏิบัติที่ดีของฉันทในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน และเพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 33 คน เก็บรวบรวมข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และอนุทินสะท้อนความคิดเห็นของนักเรียน โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบอุปนัย พบว่าแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีดังนี้ 1) การให้คำปรึกษานักเรียนทุกคนเกี่ยวกับการทำงานเป็นกลุ่มอย่างทั่วถึง 2) การกำหนดให้นักเรียนถามคำถามเพื่อนหลังการนำเสนอผลงาน 3) การใช้สื่อมัลติมีเดียที่มีความน่าสนใจ และความยาวพอเหมาะ และ 4) การเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้อินเตอร์เน็ตในมือถือเพื่อสืบค้นข้อมูล นอกจากนี้ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 38.00 เป็นร้อยละ 61.50 และเมื่อพิจารณาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบพบว่า องค์ประกอบที่นักเรียนสามารถพัฒนาได้มากที่สุด คือข้อกล่าวอ้าง และองค์ประกอบที่สามารถพัฒนาได้น้อยที่สุดคือหลักฐาน

อรุณิชา หงษ์เกิด และคณะ (2561) ได้ทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาการสร้างความอธบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน นักเรียนที่เข้าร่วมการวิจัยคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2560 จำนวน 44 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน และแบบวัดความสามารถในการสร้างความอธบายเชิงวิทยาศาสตร์รวมจำนวน 6 ข้อ ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยการหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ และค่าพัฒนาการสัมพัทธ์แล้วนำคำตอบของนักเรียนมาจัดกลุ่มและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาในแต่ละองค์ประกอบของคำอธบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับพัฒนาการสัมพัทธ์ในการสร้างความอธบายเชิงวิทยาศาสตร์ในภาพรวมในระดับกลาง (ร้อยละ 42.95) เมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบพบว่า นักเรียนมีระดับพัฒนาการสัมพัทธ์ในการสร้างข้อกล่าวอ้าง (ร้อยละ 40.14) หลักฐาน (ร้อยละ 48.16) และการให้เหตุผล (ร้อยละ 39.88) ในระดับกลาง และองค์ประกอบที่นักเรียนมีการพัฒนามากที่สุดคือ การใช้หลักฐาน

ภัทรสุดา หาดขุนทด และคณะ (2563) ได้ทำวิจัยเชิงทดลองโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม 2) เปรียบเทียบการสร้างคำอธบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม 3) เปรียบเทียบการสร้างคำอธบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัยปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 88 คน จาก 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง คือนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธบายเชิงวิทยาศาสตร์และกลุ่มควบคุม คือนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธบายเชิงวิทยาศาสตร์ 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ลมฟ้าอากาศ 4) แบบวัดการสร้างคำอธบายเชิงวิทยาศาสตร์ 5) แบบบันทึกการสร้างคำอธบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ 6) บันทึกหลังสอน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่ม ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) การสร้างคำอธบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่ม ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) การสร้าง

คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ณัฐวัตร อ้ายแก้ว และสุมาลี ชูกำแพง (2564) ได้ทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยงานวิจัยนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 37 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ คือ 1) แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยแบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และส่วนที่ 2 เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย 2) แบบสัมภาษณ์และ 3) แบบสังเกตการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ในระดับดี จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 40.5 และไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดีจำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 59.5 แยกออกเป็นอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 35.2 และระดับต่ำ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 24.3 โดยองค์ประกอบการโต้แย้งที่นักเรียนพัฒนามากที่สุดคือ ข้ออ้าง และเหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง ส่วนองค์ประกอบที่พัฒนาได้น้อยที่สุดคือหลักฐานประกอบเหตุผล และเหตุผลเสริม

บุญญาพร แสงประเสริฐ และคณะ (2564) ได้ทำวิจัยกึ่งทดลอง เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับกลยุทธ์การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับกลยุทธ์การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับกลยุทธ์การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 80 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับกลยุทธ์การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบค่าที ผลการวิจัย พบว่า 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับกลยุทธ์การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับกลยุทธ์การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นำพงศ์ จันทร์โท และคณะ (2565) ได้ทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาตุลภาพร่างกายมนุษย์ งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาตุลภาพร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 16 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลภายใต้กระบวนการที่ค้นเชิงตีความโดยการวิเคราะห์เนื้อหา และตรวจสอบความน่าเชื่อถือด้วยเทคนิคแบบสามเส้า ผลการวิจัยพบว่า แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ คือ 1) ต้องใช้สถานการณ์ในประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่คลุมเครือและเป็นเรื่องที่สังคมให้ความสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยนำไปสู่การสร้างอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 2) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้โทรศัพท์ของตนเองสืบค้นข้อมูล โดยมีครูคอยตรวจสอบข้อมูลเพื่อให้ข้อเสนอแนะ และ 3) ใช้กิจกรรมโต้แย้งจำลองสถานการณ์ในสังคมวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลยังพบว่า ภายหลังจากจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 61.14 จัดอยู่ในกลุ่มที่แสดงข้อกล่าวอ้าง และหลักฐาน แต่ขาดการให้เหตุผล และมีนักเรียนที่แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วนสมบูรณ์ ร้อยละ 23.33

สุชาติดา ศรีศกุน (2565) ได้ทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในบทเรียนเรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประกอบด้วยนักเรียนจำนวน 60 คน ใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน จำนวน 4 แผน แบ่งเป็น 4 วงจรการวิจัยปฏิบัติการ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า ภาพรวมของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากแบบวัดอยู่ในระดับพอใช้คือ 0.95 (คะแนนเต็ม 2.00 คะแนน) เมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างข้อกล่าวอ้างมากที่สุดคือ 1.10 คะแนน และสามารถแสดงหลักฐานรองลงมาคือ 1.00

คะแนน และคะแนนด้านการให้เหตุผลต่ำสุดคือ 0.75 คะแนน โดยระหว่างการจัดการเรียนรู้ในช่วงแผนที่ 1 และแผนที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนทุกด้านค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะการให้เหตุผล เนื่องจากนักเรียนคุ้นชินกับการตอบเป็นตัวเลข ครูเขาจึงเปลี่ยนรูปแบบของการถามคำถามเป็นคำถามที่นักเรียนต้องอธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์แบบมีเหตุผล เมื่อนักเรียนสามารถเขียนในองค์ประกอบของการให้เหตุผลแล้ว ในแบบวัดต่อมาครูลดบทบาทลง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง

วันเพ็ญ คำเทศ และคณะ (2566) ได้ทำวิจัยซึ่งเป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre – Experimental Research) เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูชีววิทยาโดยการจัดประสบการณ์การสร้างหลักฐานทางวิทยาศาสตร์และการเขียนอธิบายทางวิทยาศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดประสบการณ์การสร้างหลักฐานทางวิทยาศาสตร์และการเขียนอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูชีววิทยา และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูชีววิทยาก่อนและหลังการเรียนรู้ การจัดประสบการณ์นี้เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยผู้สอนเขาได้กำหนดสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ นักศึกษาครูชีววิทยากำหนดสมมติฐานและออกแบบการทดลอง เก็บข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูล และเขียนอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผู้เข้าร่วมในการวิจัยเป็นนักศึกษาครูชีววิทยาชั้นปีที่ 3 ระดับอุดมศึกษา จำนวน 29 คน เครื่องมือที่ใช้วิจัย ได้แก่ 1) แบบบันทึกการทดลอง ข้อมูลจะนำมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและเชื่อมโยงกับสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง และการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 2) แบบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ข้อมูลจะถูกตรวจด้วยเกณฑ์การประเมินการอธิบายจำเพาะในด้านข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผล วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบทีแบบสองกลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัย พบว่า นักศึกษาครูชีววิทยาสามารถออกแบบการทดลองเพื่อสร้างหลักฐานมาสนับสนุนสมมติฐานการทดลอง และสามารถนำหลักฐานมาประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้หลังจากการได้รับข้อมูลป้อนกลับจากผู้สอน ส่งผลให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้นถูกต้องครบถ้วนมากขึ้นข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Nam and Chen (2017) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการส่งเสริมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ผ่านประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดย การศึกษามีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบว่าการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างหรือไม่ กลุ่ม

ตัวอย่างในการศึกษานี้คือครูในโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 20 ท่าน โดยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่นำมาเป็นเรื่องราวการสร้างเงื่อนไขในเขตพื้นที่อุทยาน ในประเทศสหรัฐอเมริกา ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีการบันทึกวิถีทัศนขณะของกลุ่มตัวอย่างกำลังโต้แย้งโดยใช้ประเด็นที่กำหนดไว้ จากนั้นจึงนำวิถีทัศนมาถอดเป็นข้อความโดยทำการโต้แย้งทั้งก่อนและหลังสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า การนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นมีศักยภาพที่จะปรับปรุงการโต้แย้งของกลุ่มตัวอย่างได้ดีมากขึ้นนอกจากนี้การนำการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาผนวกเข้ากับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ยังพัฒนาให้เกิดการเจรจาต่อรองทางสังคมและความเข้าใจในวิทยาศาสตร์อีกด้วย

Suhandi et al. (2018) ได้ทำการศึกษาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยการขับเคลื่อนด้วยระดับคำถาม (Question-Driven Levels Of Inquiry Based Instruction; QD-LOIBI) ที่ใช้สื่อภาพแบบมัลติมีเดียเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย การจัดการเรียนรู้แบบ QD-LOIBI ดำเนินการตามคำถามห้าระดับของ Wenning มัลติมีเดียที่ใช้ในการสอนซึ่งรวมไปถึงภาพถ่าย การจำลองปรากฏการณ์เสมือนจริง และปรากฏการณ์ทางวิดีโอ งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยกึ่งทดลอง โดยมีกลุ่มทดลอง (n = 31) และกลุ่มควบคุม (n = 32) อย่างละหนึ่งกลุ่ม กลุ่มทดลองทำการจัดการเรียนรู้แบบ QD-LOIBI โดยใช้มัลติมีเดียภาพ ในขณะที่กลุ่มควบคุมจัดการเรียนรู้แบบ QD-LOIBI ไม่ใช้มัลติมีเดียภาพ รวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบเรียงความเพื่อประเมินความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เนื้อหาเกี่ยวกับเรื่อง แนวคิดทฤษฎีก๊าซจลนศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองมีมากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

Herman et al. (2019) ได้ทำวิจัยเชิงสำรวจ โดยตรวจสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และมุมมองที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนเข้าไปอยู่ในบริบทแห่งโลกความเป็นจริงที่เป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยอิงสถานที่เป็นฐาน (place-based SSI) กลุ่มตัวอย่างที่ตรวจสอบคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 60 คน ตรวจสอบก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยอิงสถานที่เป็นฐาน (place-based SSI) ว่าจะมีคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และมุมมองที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเพิ่มจำนวนหมาป่าในอุทยานแห่งชาติเยลโลว์สโตนเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามปลายเปิด ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยอิงสถานที่เป็นฐาน (place-based SSI) ทำให้คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความแม่นยำและซับซ้อนมากยิ่งขึ้น และทำให้เปลี่ยนแปลงมุมมองของนักเรียนที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ

Mahanani et al. (2019) ได้ทำวิจัยกึ่งทดลอง โดยศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socio Scientific Issues; SSI) ต่อทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนจำนวน 90 คน (3 ห้องเรียน) จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายแห่งหนึ่งในเมืองมะล็ง และเลือกโดยใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบสะดวก ห้องทดลองที่ 1 จัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีนักเรียนจำนวน 30 คน ห้องทดลองที่ 2 จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มีนักเรียนจำนวน 30 คน และห้องกลุ่มควบคุมจัดการเรียนรู้แบบพิสูจน์ยืนยัน มีนักเรียนจำนวน 30 คน รวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติ ผลการวิจัยพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนและความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และการจัดการเรียนรู้แบบพิสูจน์ยืนยัน โดยนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะและการจัดการเรียนรู้แบบยืนยัน

Sulistina et al. (2021) ได้ทำวิจัยกึ่งทดลอง โดยการวิเคราะห์ทักษะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยคำอธิบาย กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียนสองกลุ่มจำนวน 30 คน กลุ่มทดลองจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยคำอธิบาย และกลุ่มควบคุมจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทาง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นคำถามปลายเปิด ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม

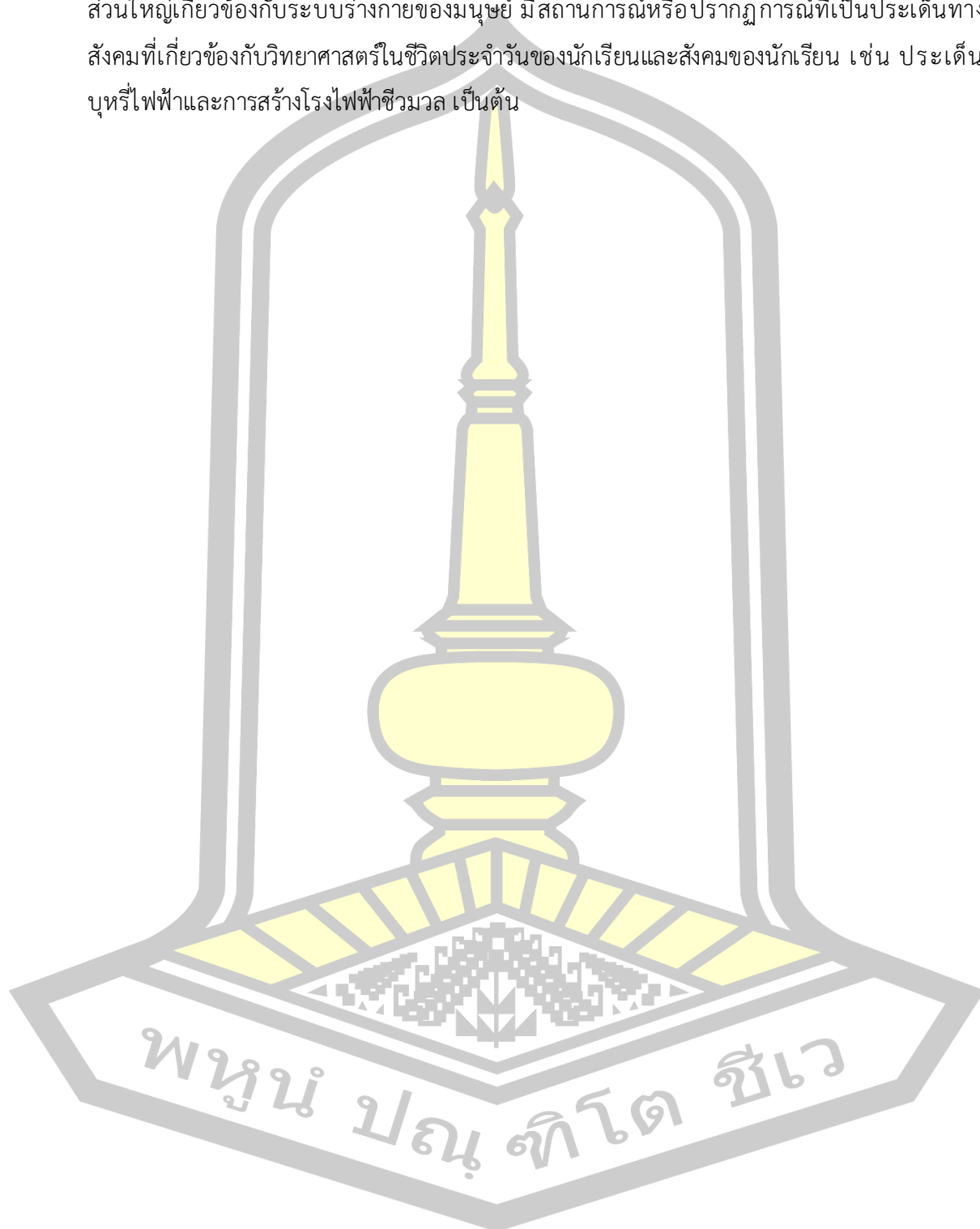
Badeo and Duque (2022) ได้ทำวิจัยโดยใช้การออกแบบการวิจัยด้วยการวิเคราะห์อภิมาน (Meta-analysis) เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (SSI) ในการสอนวิทยาศาสตร์ผ่านการศึกษาวเคราะห์อภิมาน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสรุปผลการวิจัยเกี่ยวกับการใช้ประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในการสอนวิทยาศาสตร์ ดำเนินการวิเคราะห์อภิมานโดยการคำนวณขนาดผลกระทบของงานวิจัย 12 ชิ้น ที่มีการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในการสอนวิทยาศาสตร์ที่เผยแพร่ในภูมิภาคต่างๆ ของโลก ผลการศึกษาพบว่า SSI ส่งผลต่อการสอนวิทยาศาสตร์ ขนาดผลกระทบที่กำหนดโดยตัวแปรหมวดหมู่ต่าง ๆ เช่น ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า SSI มีผลอย่างมากต่อการเรียนรู้เนื้อหา (1.15) ด้านความสามารถ (0.89) ด้านการตัดสินใจ (1.14) และด้านการใช้เหตุผล (0.81) ส่วนระดับชั้นปี พบว่า SSI มีผลมากในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (1.43) และมัธยมศึกษาตอนปลาย

(0.96) ในขณะที่ระดับปานกลางมีผลกับระดับวิทยาลัย (0.55) เมื่อพิจารณาถึงผลกระทบของ SSI ในการสอนวิทยาศาสตร์ การศึกษานี้สามารถช่วยครูและนักวิจัยทางการศึกษาในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้

Wanloh and Nuangchalerm (2022) ได้ทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดีด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน กลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 21 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน แบบสัมภาษณ์นักเรียน และอนุทินของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดำเนินการวิจัย 2 วงจรปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 9.62 จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.16 มีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดี จำนวน 18 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทำการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์จากสถานการณ์ และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ แสดงความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่มมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 10.90 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 90.87 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดีทั้งหมด 21 คน

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ พบว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มักจะถูกพัฒนาโดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยที่ครูผู้สอนยกสถานการณ์ที่เป็นประเด็นปัญหาที่ใกล้เคียงกับบริบทของนักเรียนหรือเป็นประเด็นที่นักเรียนหรือผู้คนในสังคมให้ความสนใจ และมีการโต้แย้งถกเถียงกันเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถพบได้ในข่าว หรือในชีวิตประจำวันของนักเรียน นอกจากนี้ยังพบว่า ในการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ผู้วิจัยมักนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา ในหน่วยการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับระบบร่างกายของมนุษย์และเกี่ยวกับสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้จัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้าง

คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบหายใจ ซึ่งเป็นเรื่องที่มีเนื้อหาส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับระบบร่างกายของมนุษย์ มีสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนและสังคมของนักเรียน เช่น ประเด็น บุหรี่ไฟฟ้าและการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล เป็นต้น



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
เรื่อง ระบบหายใจ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและหาคคุณภาพเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย
มหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 17 คน ที่มีความสามารถในการ
สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง
(Purposive Sampling)

ผู้วิจัยเลือกแบบเจาะจงโดยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง
วิทยาศาสตร์มาทดสอบก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบของ สันติชัย อนุวรชัย (2553)
เป็นข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 2 ข้อ ครอบคลุม 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและ
การให้เหตุผล ทดสอบกับนักเรียนทั้งหมด 33 คน โดยผู้วิจัยมีการปรับระดับคะแนนในเกณฑ์การให้
คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จาก 1-3 เป็น 0-2 เพื่อให้สอดคล้องกับระดับคะแนนใน
เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของแต่ละทำยวงจรปฏิบัติการ แปลผล
ออกมาเป็นคะแนนเต็ม 12 คะแนนต่อ 2 ข้อ และใน 2 ข้อนี้แต่ละองค์ประกอบของการสร้าง
คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเต็ม 4 คะแนน เนื่องจากใน 1 ข้อ มีองค์ประกอบของคำอธิบาย
เชิงวิทยาศาสตร์อยู่ 3 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล และให้คะแนนใน
แต่ละองค์ประกอบเป็น 3 ระดับคะแนน คือ 0 1 และ 2 คะแนน สรุปคะแนนที่ได้ในแต่ละข้ออยู่
ระหว่าง 0-6 คะแนน ดังนั้น 2 ข้อ จึงอยู่ระหว่าง 0-12 (คะแนนเต็ม 12 คะแนน) โดยมีเกณฑ์การ

แปลผลคะแนนระดับความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 3 ระดับ คือ ระดับดีมาก (9-12 คะแนน), ระดับดี (5-8 คะแนน) และระดับควรปรับปรุง (0-4 คะแนน) ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้

| เลขที่ | คะแนนแต่ละองค์ประกอบ | | | คะแนนรวม (12) | ระดับ ความสามารถ |
|--------|----------------------|----------------|---------------------|------------------|---------------------|
| | ข้อกล่าวอ้าง (4) | หลักฐาน (4) | การให้เหตุผล (4) | | |
| 1 | 2 | 2 | 1 | 5 | ดี |
| 2* | 2 | 1 | 0 | 3 | ควรปรับปรุง |
| 3* | 2 | 1 | 1 | 4 | ควรปรับปรุง |
| 4* | 2 | 0 | 0 | 2 | ควรปรับปรุง |
| 5* | 2 | 1 | 0 | 3 | ควรปรับปรุง |
| 6* | 2 | 1 | 0 | 3 | ควรปรับปรุง |
| 7 | 2 | 2 | 1 | 5 | ดี |
| 8 | 3 | 1 | 1 | 5 | ดี |
| 9 | 2 | 2 | 1 | 5 | ดี |
| 10* | 1 | 1 | 0 | 2 | ควรปรับปรุง |
| 11* | 2 | 1 | 1 | 4 | ควรปรับปรุง |
| 12* | 2 | 1 | 0 | 3 | ควรปรับปรุง |
| 13* | 2 | 1 | 1 | 4 | ควรปรับปรุง |
| 14* | 1 | 1 | 0 | 2 | ควรปรับปรุง |
| 15* | 2 | 1 | 0 | 3 | ควรปรับปรุง |
| 16 | 2 | 2 | 1 | 5 | ดี |
| 17 | 4 | 3 | 2 | 9 | ดีมาก |
| 18 | 2 | 2 | 1 | 5 | ดี |
| 19 | 3 | 1 | 1 | 5 | ดี |

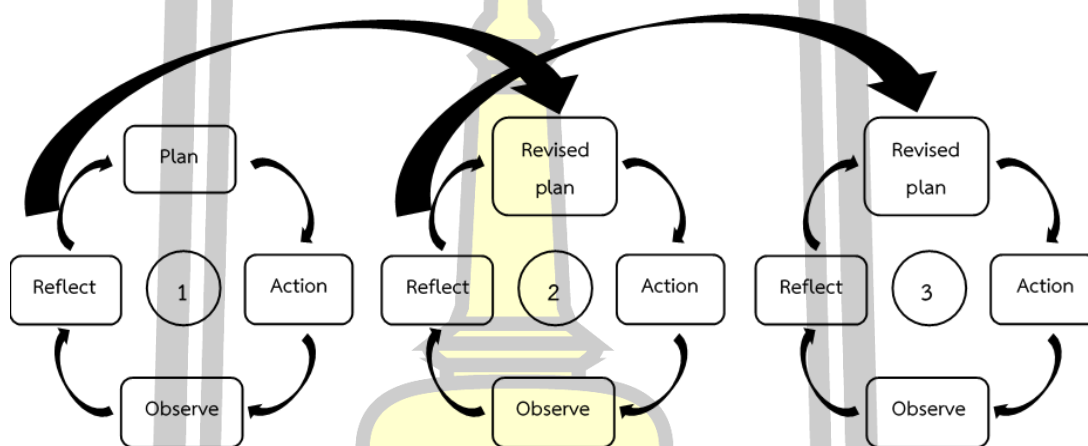
| เลขที่ | คะแนนแต่ละองค์ประกอบ | | | คะแนนรวม (12) | ระดับ ความสามารถ |
|-----------|----------------------|----------------|---------------------|------------------|---------------------|
| | ข้อกล่าวอ้าง (4) | หลักฐาน (4) | การให้เหตุผล (4) | | |
| 20 | 3 | 3 | 3 | 9 | ดีมาก |
| 21 | 4 | 3 | 2 | 9 | ดีมาก |
| 22 | 2 | 2 | 1 | 5 | ดี |
| 23 | 4 | 3 | 2 | 9 | ดีมาก |
| 24* | 1 | 1 | 1 | 3 | ควรปรับปรุง |
| 25* | 1 | 1 | 0 | 2 | ควรปรับปรุง |
| 26* | 1 | 1 | 1 | 3 | ควรปรับปรุง |
| 27 | 2 | 2 | 1 | 5 | ดี |
| 28 | 2 | 2 | 1 | 5 | ดี |
| 29* | 1 | 1 | 0 | 2 | ควรปรับปรุง |
| 30 | 3 | 2 | 2 | 7 | ดี |
| 31* | 2 | 1 | 0 | 3 | ควรปรับปรุง |
| 32* | 1 | 1 | 0 | 2 | ควรปรับปรุง |
| 33 | 3 | 1 | 1 | 5 | ดี |
| ค่าเฉลี่ย | 2 | 1 | 1 | 4 | ควรปรับปรุง |

* หมายถึง นักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับควรปรับปรุง

จากตารางที่ 16 พบว่า ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนจำนวนทั้งหมด 33 คน มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เท่ากับ 4 ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 4 คน มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก นักเรียนจำนวน 12 คน อยู่ในระดับดี และนักเรียนจำนวน 17 คน อยู่ในระดับควรปรับปรุง ผู้วิจัยจึงเลือกนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับควรปรับปรุง ซึ่งมีทั้งหมด 17 คนเป็นกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัย เพื่อพัฒนาความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้อยู่ในระดับดีขึ้น

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) ซึ่งแต่ละวงจรปฏิบัติการมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนวางแผนปฏิบัติการ (Plan) 2) ขั้นตอนการปฏิบัติการ (Action) 3) ขั้นตอนสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe) และ 4) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) และปรับปรุงแผนการปฏิบัติงาน (Revised Plan) โดยดำเนินการเป็นวงจรเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการปรับตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988)

จากภาพที่ 1 ในแต่ละขั้นตอนสามารถทำซ้ำได้ หากมีการนำปัญหาที่ศึกษาสู่การสะท้อนผล (วรรณดี สุทธินรากร, 2563) ซึ่งมีรายละเอียดหลักของกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผนปฏิบัติการ (Plan) เป็นขั้นที่มีการวางแผนการปฏิบัติ โดยผู้วิจัยสำรวจสภาพปัญหาของนักเรียนในห้องเรียน แล้วหาวิธีการแก้ปัญหาโดยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่พบ ตามด้วยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act) เป็นขั้นที่ดำเนินการตามแผนที่ได้กำหนดไว้อย่างละเอียดและรอบคอบ โดยดำเนินการตามเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติซึ่งก็คือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาที่พบในขั้นขั้นวางแผนปฏิบัติการ

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe) เป็นขั้นบันทึกข้อมูล หลักฐานหรือร่องรอยที่เป็นผลมาจากการปฏิบัติงาน โดยอาศัยเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลที่เกิดจากการปฏิบัติ ซึ่ง

เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และการบันทึกดังกล่าวจะนำไปสู่การสะท้อนผลและปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) เป็นขั้นการสะท้อนคิด หรือทบทวนการปฏิบัติงานจากบันทึกที่ได้จากการสังเกตว่าได้ผลอย่างไร มีปัญหาอย่างไร เพื่อจะได้นำข้อมูลเหล่านี้มาประกอบในการวางแผนในวงรอบถัดไปจนกว่าจะบรรลุตามความมุ่งหมายที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้

ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย 3 วงจรปฏิบัติการ วงจรปฏิบัติการละ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 9 แผนการจัดการเรียนรู้รวมเวลาทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผนปฏิบัติการ (Plane)

1. สำรวจสภาพปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในห้องเรียน โดยจะทำการสำรวจปัญหาในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติแรก ส่วนในวงจรต่อ ๆ ไป จะเป็นการนำปัญหาที่พบเมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการมาวางแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรมที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และในที่สุดได้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาเป็นนวัตกรรมใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว

3. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามด้วยวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเลือกเนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จะนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เนื่องจากเนื้อหา มีความเหมาะสมที่จะนำมาจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

4. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน แบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และอนุทินของนักเรียน

5. ดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบ วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน แบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และอนุทินของนักเรียน โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปขอคำปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาและดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำต่าง ๆ ให้ถูกต้องเหมาะสมยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe)

1. นำแบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

2. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

3. ทำการสัมภาษณ์ความเห็นของนักเรียน โดยทำการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้หลังสิ้นสุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

4. อนุทินของนักเรียน เป็นบันทึกของนักเรียนที่เขียนทำยวงจรปฏิบัติการ เพื่อให้ให้นักเรียนสะท้อนคิดเกี่ยวกับวิธีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จากการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และทำการวิเคราะห์แบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน อนุทินของนักเรียน รวมทั้งแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้หลังจากสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการแต่ละวงจร เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไปให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น เพื่อจะได้บรรลุตามความมุ่งหมายของงานวิจัยที่ตั้งไว้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ลักษณะของเครื่องมือ แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลา 14 ชั่วโมง

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการวิจัย

1.2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ เป็นแบบทดสอบอัตนัย ซึ่งเป็นสถานการณ์ เป็นข้อคำถามปลายเปิด โดยแบ่งใช้ในการสำรวจ

ปัญหา 2 ข้อ และให้นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายวงจรถอบปฏิบัติการละ 2 ข้อ ซึ่งมี 3 วงจรถอบปฏิบัติการ รวมทุกวงจรถอบทั้งสิ้น 6 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (rubric score) ที่ปรับจาก McNeil and Krajcik (2008)

1.2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมีโครงสร้าง โดยจะสังเกตพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งสังเกตระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

1.2.3 แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นแบบกึ่งโครงสร้าง โดยสัมภาษณ์ความเห็นของนักเรียนกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้เมื่อสิ้นสุดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรถอบปฏิบัติการ

1.2.4 อนุทินของนักเรียน เป็นบันทึกของนักเรียนที่เขียนท้ายวงจรถอบปฏิบัติการ เพื่อให้ นักเรียนสะท้อนคิดเกี่ยวกับวิธีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การสร้างและหาคูณภาพเครื่องมือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลา 14 ชั่วโมง ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อให้ทราบถึงผลการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้

1.2 ศึกษาและวิเคราะห์ผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อนำไปสู่การตั้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับหลักสูตร

1.3 ศึกษาสาระสำคัญและเนื้อหาในวิชาชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

1.4 ศึกษาเอกสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้และออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

1.5 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รหัสวิชา ว32243 ชีววิทยา 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เวลา 14 ชั่วโมง เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ ร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (SSI)

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-----|--|--------------------------------------|--|---|--|----------------|
| 1 | ข้อที่ 4. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ เปรียบเทียบ โครงสร้างที่ทำหน้าที่ แลกเปลี่ยน แก๊สของ ฟองน้ำ ไฮดรา ปลา นารีเรีย ได้ดีตอนดิน แผลง ปลา กบ และนก | การ แลกเปลี่ยน แก๊สของ สัตว์บาง ชนิด | ฟองน้ำ ไฮดรา ปลา นารีเรีย มีการ แลกเปลี่ยนแก๊สผ่าน เยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง ได้ดีตอนดิน แลกเปลี่ยนแก๊สผ่าน เซลล์บริเวณผิวหนังที่เปียกชื้น ปลา แลกเปลี่ยนแก๊สที่ ละลายอยู่ในน้ำผ่าน เหงือก กบ ใช้เหงือก แลกเปลี่ยนแก๊สใน ระยะตัวอ่อน ใช้ ผิวหนังและปอดใน ระยะตัวเต็มวัย | <p>ราเชล คาร์สัน นักชีววิทยาทางทะเลชาวอเมริกันเคยกล่าวไว้ว่า ในธรรมชาติ ไม่มีสิ่งใดแยกจากกัน ทุกสิ่งทุกอย่างเชื่อมโยงกัน เช่นเดียวกับมนุษย์พืช สัตว์ สิ่งแวดล้อม พวกเราเชื่อมโยงกัน เป็นหนึ่งเดียว การกระทำของสิ่งใดสิ่งหนึ่งย่อมส่งผลต่อสิ่งอื่น ๆ เช่นเดียวกัน กิจกรรมของมนุษย์กลายเป็นแรงกระทำที่มีผลต่อธรรมชาติ กระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศของโลกอย่างมหาดล</p> <p>ปรากฏการณ์ซีปลาฟ เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่สามารถเกิดขึ้นได้ในทะเลทั่วทุกมุมโลก สาเหตุมาจากการเพิ่มขึ้นอย่างมหาศาลของสาหร่ายเซลล์เดียวจำพวก “แพลงก์ตอนพืช” ในทะเลแถบนั้น หรือที่เรียกอีกชื่อว่า “แพลงก์ตอนบลูม” จำนวนประชากรของแพลงก์ตอนที่เพิ่มขึ้นจำนวนมากนี้ ทำให้น้ำทะเลเปลี่ยนสี โดยปกติแล้วจะเป็นสีใสแต่หรือสีเขียว และบางที่อาจจะเปลี่ยนสีม่วงหรือสีชมพูก็ได้ (กรวิภา เอี่ยมสว่าง, 2564)</p> <p>แพลงก์ตอนพืช คือ สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองได้โดยการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไปเป็น</p> | <p>1. นักเรียนสามารถ เปรียบเทียบ โครงสร้างที่ทำหน้าที่ แลกเปลี่ยน แก๊สของ ฟองน้ำ ไฮดรา ปลา นารีเรีย ได้ดีตอนดิน ปลา และกบ ได้</p> <p>2. นักเรียน สามารถสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์</p> | 2 |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-----|---------------|-----------------|-----------|--|---|----------------|
| | | | | <p>พลังงานหรืออาหารที่ใช้ในการดำรงชีวิตพร้อมกับการผลิตแก๊สออกซิเจน กล่าวได้ว่าแหล่งกักตุนพลังงานชีวิตอยู่ได้โดยการสังเคราะห์แสงเช่นเดียวกับพืชบนบกทั่วไป ทำให้แหล่งกักตุนพืชถือเป็นหนึ่งในผู้ผลิตออกซิเจนที่สำคัญที่สุดในโลก อีกทั้งแหล่งกักตุนพืชยังเป็นแหล่งอาหารชั้นต้นของสัตว์น้ำทั้งในระบบนิเวศทางทะเลและระบบนิเวศน้ำจืดอีกด้วย (Lindsey and Scott, 2010)</p> <p>สาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์นี้มีอยู่ด้วยกันสองสาเหตุ คือ เกิดขึ้นโดยธรรมชาติและเกิดจากฝีมือของมนุษย์ ซึ่งมีที่มาจากการทำเกษตร เนื่องจากปุ๋ยที่ใช้ทำการเกษตรนั้นมีฟอสฟอรัสที่เป็นแหล่งอาหารของสาหร่ายอยู่จำนวนมากเมื่อถูกระแสน้ำพัดพาไปลงสู่ทะเลจึงทำให้เกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่าย และอีกปัจจัยหนึ่งที่มาจากการกระทำของมนุษย์คือการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นไปสู่ชั้นบรรยากาศ เร่งให้เกิดวิกฤตสภาพภูมิอากาศที่รุนแรงมากขึ้น</p> <p>นักวิจัยของสถาบัน The Environmental Protection Agency ระบุเอาไว้ว่า จากอุณหภูมิโลกและอุณหภูมิของน้ำในมหาสมุทรที่สูงขึ้น ทำให้สภาพแวดล้อมแปรปรวนเป็นต้นเหตุให้เกิด</p> | <p>จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้</p> <p>3. นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านคุณลักษณะความมีเหตุผล</p> | |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-----|---------------|-----------------|-----------|--|-----------------------|----------------|
| | | | | <p>การเติบโตของสาหร่ายมากขึ้นกว่าเดิม ดังนั้น มนุษย์เองก็จำเป็นต้องให้ความสำคัญที่ให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นเนื่องจากการปลดปล่อยจากก๊าซเรือนกระจกเนื่องจากกิจกรรมต่าง ๆ (กรวิชัย มัจฉาธิคุณ, 2563)</p> <p>โดยปกติแก๊สออกซิเจนในน้ำมีปริมาณ 0.446% (ในอากาศมี 21%) และแก๊สออกซิเจนแพร่ในน้ำแพร่ช้ากว่าในอากาศประมาณ 1000 เท่า ยิ่งอุณหภูมิสูงแก๊สออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำก็ยิ่งน้อยลง ดังนั้นสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำจึงต้องทำให้น้ำไหลผ่านบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊สอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้แก๊สมากและเพียงพอแก่การดำรงชีวิต (อาภรณ์ ไร่ไช, 2560)</p> <p>ปรากฏการณ์ซีบลาวาส์ผลกระทบโดยตรงต่อระบบนิเวศทางทะเล เนื่องจากสาหร่ายหรือแพลงก์ตอนพืชที่ตายแล้วจะลอยตัวขึ้นสู่น้ำทำให้ออกซิเจนและปะการังไม่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ ทำให้ระดับออกซิเจนในน้ำลดลง และภายหลังจากที่สาหร่ายหรือแพลงก์ตอนพืชตายลง จะเกิดการสะสมการย่อยสลายโดยแบคทีเรียซึ่งมีการใช้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (Dissolved oxygen) จนทำให้ออกซิเจนละลายน้ำลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงระดับที่สัตว์น้ำไม่</p> | | |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) | |
|-----|---|--|--|--|--|----------------|--|
| | | | | สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ จึงส่งผลให้พืชและสัตว์นำในบริเวณนั้นตายลงมากที่สุด เมื่อพืชและสัตว์นำตายแล้วซากของสิ่งมีชีวิตดังกล่าวจะถูกคลื่นพัดขึ้นมาบนพื้นดินทับถมกันจนเกิดการเน่าเหม็นทำให้เกิดมลพิษทางกลิ่น (กรวิชัย มัจฉา ทัศน, 2563; บุชบา เกรย์, 2563) การเกิดปรากฏการณ์ซีบลาวาจะส่งผลดีหรือผลเสียต่อการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิต นักเรียนมีหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์อย่างไร ได้บ้างมาสนับสนุน มีเหตุผลที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างไร และมีข้อควรคำนึงถึงของสังคมใดบ้าง | | | |
| 2 | ข้อที่ 4. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างที่ ทำหน้าที่ แลกเปลี่ยน แก๊สของ ฟองน้ำ | การ แลกเปลี่ยน แก๊สของ แมลง และ สัตว์ปีก | แมลงมีทอลมซึ่งแตก แขนงเป็นท่อลมผอย นำแก๊สไปยังเซลล์ ส่วนสัตว์ปีกใช้ท่อไตในการแลกเปลี่ยนแก๊ส ซึ่งการแลกเปลี่ยน แก๊สของสิ่งมีชีวิตแต่ ละชนิดอาจจะเพิ่มขึ้น หรือลดลงขึ้นกับ | นายธรรมา บัวคำศรี ผู้อำนวยการนิเทศ ประเทศไทยอ้างถึง การวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมของกรีนิทซ์ที่ร่วมกับศูนย์ภูมิภาค เทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ) คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่าในช่วงปี 2558-2563 พื้นที่ป่า 10.6 ล้านไร่ในประเทศที่อยู่นอกภูมิภาคผู้นำโขงถูกทำลายและ กลายเป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดในจำนวนนี้ราว 5.1 ล้านไร่ อยู่ใน ประเทศลาวตอนบน รองลงมาคือรัฐฉานของเมียนมา (2.9 ล้านไร่) และภาคเหนือตอนบนของไทย (2.5 ล้านไร่) นายธรรมาอธิบายว่าการขยายตัวอย่างรวดเร็วของพื้นที่ | 1. นักเรียน สามารถ เปรียบเทียบ โครงสร้างที่ทำ หน้าที่ แลกเปลี่ยน แก๊สของแมลง และนกได้ 2. นักเรียน | 1 | |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-----|--|-----------------|--------------------|---|--|----------------|
| | ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนก | สาระการเรียนรู้ | สภาพของสิ่งแวดล้อม | <p>เกษตรกรรมเชิงเดี่ยวอย่างไร่ข้าวโพด ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เผาไหม้และจุดความร้อนทำให้เกิดการกระจายตัวและเพิ่มความเข้มข้นของมลพิษ PM 2.5 อย่างมีนัยสำคัญ</p> <p>มลพิษทางอากาศเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่นอกจากส่งผลกระทบกับระบบหายใจของมนุษย์แล้วยังส่งผลกระทบต่อระบบหายใจของสัตว์ต่าง ๆ เช่น แมลง และนก อีกด้วย โดยเฉพาะฝุ่นละอองและสารมลพิษที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น อุตสาหกรรมการสร้าง และการเผาป่า เป็นต้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2562)</p> <p>น.สพ.ณัฐวุฒิ คณาติยานนท์ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลสัตว์ เลี้ยงพรีเมียร์ อธิบายถึง มลภาวะทางอากาศรวมถึง PM 2.5 ว่า เป็นสิ่งที่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นคน สัตว์เลี้ยง หรือสัตว์อื่น ๆ โดยส่วนใหญ่จะส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ กระตุ้นให้เกิดการอักเสบ ซึ่งสัตว์ต่าง ๆ ที่ได้รับจะมีความแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับกลไกร่างกายของสัตว์แต่ละชนิด โดยสัตว์ที่มีความเสี่ยงสูง คือ สัตว์ปีกอย่างเช่น นก เพราะมีการหายใจเข้าออกที่แตกต่างจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม คือหายใจนำลม</p> | <p>สามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์</p> <p>3. นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านคุณลักษณะความมีเหตุผล</p> | |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-----|---------------|-----------------|-----------|--|-----------------------|----------------|
| | | | | <p>เข้าไปไว้ที่ถูกลมก่อนที่จจะปล่อยลมผ่านเข้าไปในปอด ลักษณะการหายใจแบบที่ไม่ได้แลกเปลี่ยนอากาศโดยตรงแบบที่เห็นได้ทำให้มลพิษที่เข้าไปพร้อมอากาศถูกเก็บไว้ในร่างกายมากกว่า และอาจได้รับผลกระทบมากกว่าเช่นกัน</p> <p>ในแมลงมีงานวิจัยจากต่างประเทศหลายชิ้นระบุว่า เมื่อแมลงส่วนใหญ่ได้สูดดมควันจากไฟฟ้า พบว่า ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพใด ๆ แต่มีการตอบสนองด้านพฤติกรรม (Alvarez et al., 2015; Hinz et al., 2018; Höcherl and Tautz, 2015; Liu et al., 2021; Milberg et al., 2015; Sensenig et al., 2017; Tribe et al., 2017) ในทางตรงกันข้ามมีงานวิจัยชิ้นหนึ่งซึ่งจากมหาวิทยาลัยแห่งชาติสิงคโปร์ ทดลองโดยให้แมลงสูดดมควันจากรูป ซึ่งควันที่เกิดจากการเผาไหม้รูปมีความเข้มข้นของฝุ่น PM 2.5 เฉลี่ยเท่ากับ $117 \mu\text{g m}^{-3}$ พบว่า ควันรูปส่งผลกระทบต่อสุขภาพของแมลง โดยเฉพาะทางเดินหายใจ (Tan et al., 2018)</p> <p>อย่างไรก็ตามยังมีสิ่งมีชีวิตกลุ่มหนึ่งที่อาจจะมีการแลกเปลี่ยนแก๊สได้ในสภาวะปัจจุบันที่มีความเข้มข้นของ CO_2 ในบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้น นั่นก็คือพืช ซึ่งพืชโดยทั่วไปเปิดปากใบในเวลากลางวัน</p> | | |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) | |
|-----|---|--------------------------------------|--|---|--|----------------|--|
| | | | | ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างเซลล์พืชกับบรรยากาศภายนอกเนื่องจากความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของแก๊สในใบพืชกับบรรยากาศ โดยแก๊สจะแพร่จากบริเวณที่มีความเข้มข้นสูงไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำ การแลกเปลี่ยนแก๊สที่สำคัญ คือการแลกเปลี่ยน CO_2 และการเปิดของปากใบเป็นช่องทางสำคัญของการแลกเปลี่ยนแก๊ส ทำให้พืชได้ CO_2 มาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2563) การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้านส่งผลให้การแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเพิ่มขึ้นหรือลดลง นักเรียนมีหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ที่บ่งบอกละออง PM 2.5 มีเหตุผลที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างไร และมีข้อควรคำนึงถึงของสังคมใดบ้าง | | | |
| 3 | ข้อที่ 5. สังเกต และอธิบายโครงสร้างของปอด | โครงสร้างของปอด สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม | สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีใช้ปอดในการแลกเปลี่ยนแก๊ส เนื้อปอดมีลักษณะหยุ่น ทอลมมีกระดูกอ่อนเรียงต่อกัน ปลาวยสุด | ด้วยสถานการณ์ฝุ่นละออง PM 2.5 ที่สูงเกินมาตรฐานในหลายพื้นที่กรุงเทพฯ ปริมาณลด และต่างจังหวัด ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน และสัตว์เลี้ยงที่สูดดมเข้าไปในปริมาณมาก ซึ่งหากเอ่ยถึงวิธีการดูแลและป้องกันตนเองนั้น สำหรับประชาชนคงไม่ใช่เรื่องยุ่งยากอะไร เนื่องจากทุกคนต่างรู้ดีว่า ควรต้องปฏิบัติตัวอย่างไรให้ปลอดภัยจากฝุ่นละออง PM 2.5 แตกต่างจากบรรดา | 1. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างของปอดในสัตว์เลี้ยงลูกด้วย | 2 | |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-----|---------------|-----------------|---|---|---|----------------|
| | ด้วยน่านม | การเรียนรู้ | ของท่อลมแยกเป็นหลอดลมซึ่งแตกแขนงและมีขนาดเล็กลง ลักษณะสำคัญ ของโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส คือ มีพื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนแก๊สมาก ผ่องบาง และเปียกชื้น | <p>สัตว์เลี้ยงที่แม่ได้รับการดูแลควบคุมระบบทางหายใจแต่หากปล่อยให้ปลอปลอะสัตว์เลี้ยงของคุณอาจป่วยโรคระบบทางเดินหายใจได้ ชมคลิป “สุนัขยังรู้จักใส่หน้ากากอนามัย แล้วเราละ” https://www.youtube.com/watch?v=O4wqznmB2F8</p> <p>หากถามว่าฝุ่น PM 2.5 ทำให้เกิดความเสี่ยงผิดปกติต่อร่างกาย สัตว์จริงหรือไม่ ก็ต้องพิสูจน์กันด้วยงานวิจัย ซึ่งจากการสังเคราะห์งานวิจัยต่าง ๆ พบว่า มลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง PM 2.5 มันอาจจะไม่ได้ทำให้สุนัขแสดงอาการออกมาชัดเจน แต่ภายในโครงสร้างของทางเดินหายใจหรือระบบอื่น ๆ ก็เห็นได้ชัดว่ามีการตอบสนองในเชิงของการอักเสบต่าง ๆ และการเสื่อมของเซลล์ ในขณะที่ระดับ PM 2.5 นั้นมีผลกับการแสดงอาการของระบบทางเดินหายใจของแมวอย่างเห็นได้ชัด แต่การศึกษาในแมวในแง่อื่น ๆ ยังมีไม่มากนัก (วิชาการ เลิศวรรณการ, 2563)</p> <p>สำหรับวิธีการดูแลสัตว์เลี้ยงแสนรักของคุณนั้น คลินิกรักษาสัตว์หมอเออิน ได้แนะนำวิธีป้องกันสัตว์เลี้ยง ไม่ว่าจะเป็นสุนัขหรือแมวจากฝุ่นละออง PM2.5 ดังนี้</p> <p>1) เก็บสัตว์เลี้ยงไว้ภายในบ้าน หรือสถานที่ปิด จนกว่าอากาศ</p> | <p>นำนม และลักษณะสำคัญร่วมกันของโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์ต่าง ๆ ได้</p> <p>2. นึกเรียงสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้</p> | |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-----|---------------|-----------------|-----------|--|---|----------------|
| | | | | <p>ภายนอกจะกลับสู่ปกติ</p> <p>2) ควรปิดประตูและหน้าต่างให้มิดชิด หมั่นล้างทำความสะอาดเครื่องฟอกอากาศอยู่เสมอ</p> <p>3) หลีกเลี่ยงการให้สัตว์เลี้ยงวิ่งเล่น หรือออกกำลังกายในบ้าน แต่หากจำเป็นต้องพาสัตว์เดินทาง ควรนำสัตว์ไว้ภายในรถ</p> <p>อย่างไรก็ตาม สพ.ญ.ณัฐภัตสร ปานชลิบ ได้แสดงความเห็นส่วนตัวว่า “ขอให้ลิ้มหนังกากอนามัยไปได้เลยค่ะ” สำหรับหมาแมวแล้วไม่ได้ช่วยอะไรเลย เพราะโดยธรรมชาติเขาไม่ชอบแบ่นอนในใส่ได้สัก 5 นาทีก็เก่งแล้ว มากกว่านั้นคือ การนำหนังกากไปครอบหน้าอาจทำให้สัตว์เลี้ยงเกิดภาวะเครียดได้ ยิ่งถ้าอากาศที่เข้าไปมีปริมาณลดลง ก็ยิ่งทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจได้ง่ายขึ้นไปอีก</p> <p>น.สพ.ณัฐวุฒิ คณาติยานนท์ อธิบายว่า สำหรับการใช้น้ำกากอนามัยกับฝุ่น PM 2.5 สำหรับสุนัข มีส่วนช่วยป้องกันฝุ่นได้ ในกรณีที่สุนัขอยู่ในสภาวะที่มีฝุ่นหนาแน่น อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพการป้องกันฝุ่นขึ้นอยู่กับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วย เช่น ลักษณะวัสดุที่ใช้ การออกแบบของผลิตภัณฑ์ให้แนบชิดกับปากของสุนัขได้จริง เพราะหากหนังกากกาคิดชนบริเวณปากอาจทำให้ฝุ่นที่</p> | <p>3. นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านคุณลักษณะความมีเหตุผล</p> | |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-----|---|---|---|---|--|----------------|
| | | | | <p>มีขนาดเล็กลงอย่าง PM 2.5 เต็ดตลอดเข้ามาตามเส้นขนานได้ เช่นเดียวกัน</p> <p>เห็นด้วยหรือไม่กับการใส่หน้ากากอนามัยให้หนาแมวเพื่อป้องกันฝุ่น PM 2.5 นักเรียนมีหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์อย่างไร และมีข้อสงสัยอะไรบ้าง</p> <p>ควรคำนึงถึงสังคมใดบ้าง</p> | | |
| 4 | <p>ข้อที่ 6. สืบค้นข้อมูล อธิบาย โครงสร้างที่ใช้ในการ แลกเปลี่ยน แก๊สและ กระบวนการ แลกเปลี่ยน แก๊สของ</p> | <p>อวัยวะและ โครงสร้าง ในระบบ หายใจของ มนุษย์</p> | <p>การเจ็บป่วยด้วยโรค ทางเดินหายใจของ คนในชุมชนที่อยู่ใกล้ โรงไฟฟ้าชีวมวลจะ เพิ่มขึ้นหรือลดลง อาจขึ้นกับการ ควบคุมฝุ่นละอองที่ดี ซึ่งทางเดินหายใจของ มนุษย์ประกอบด้วย รังสีแกมมา คอ</p> | <p>สำนักรงานคณะกรรมการสุขภาพแห่งชาติ ได้ระบุว่า การ ประทับ การร้องเรียน เรื่องไฟฟ้าชีวมวลมีเพิ่มมากขึ้น ใน คลิป https://www.youtube.com/watch?v=P_te0S3SjmO โดยการเผาชีวมวล เช่น แกลบ พางข้าว ชานอ้อย กากมันสำปะหลัง เป็นต้น จะทำให้เกิดฝุ่นละออง ซึ่งหากไม่มีการควบคุมที่ดีอาจสร้าง ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนได้โดยพบว่ามีค่าจากการเผา ใหม้ประกอบด้วยฝุ่น ซึ่งส่วนใหญ่มีขนาดเล็กลงกว่า 2.5 (PM_{2.5}) และ เล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) ซึ่งสามารถเข้าไปถึงปอดและถุงลม ปอดได้ (National research council, 2009) และจากการศึกษา ของ ดร. ชัชวาลย์ จันทรวินิจิตร อาจารย์จากภาควิชา</p> | <p>1. นักเรียน สามารถ อธิบาย โครงสร้างและ หน้าที่ของ อวัยวะใน ทางเดินหายใจ ของมนุษย์ได้</p> <p>2. นักเรียน สามารถสร้าง</p> | 1 |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-----|---------------|-----------------|--|--|---|----------------|
| | มนุษย์ | การเรียนรู้ | หอย กุ้งเสียดึง ท่อลม หลอดลม หลอดลมฝอย และถุงลมในปอด | <p>ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่า มลพิษและสิ่งคุกคามสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับโรงไฟฟ้าชีวมวล มีตั้งแต่มลพิษทางอากาศ ที่สำคัญคือ ฝุ่นละออง โรงไฟฟ้าชีวมวลจะทำให้เกิดฝุ่นขนาดเล็กที่เกี่ยวข้องกับการเจ็บป่วยด้วยโรคทางเดินหายใจ การลดลงของประสิทธิภาพการทำงานของระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจ และการเพิ่มขึ้นของสถิติการเสียชีวิตด้วยโรคปอดและหัวใจ</p> <p>แต่ในทางตรงกันข้ามมีโรงไฟฟ้าชีวมวลบางแห่ง เช่น โรงไฟฟ้าชีวมวลแม่กระหิง มีการติดตั้งระบบไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Precipitator: ESP) เพื่อควบคุมและป้องกันมลภาวะทางอากาศ โดยระบบไฟฟ้าสถิตชนิดนี้ เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถดักจับฝุ่นขนาด 0.01 ไมโครเมตร ได้ 95% ทำให้ปริมาณฝุ่นที่ระบายออกจากปล่องอยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนด โรงไฟฟ้าชีวมวลแม่กระหิง มีการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบอยู่เสมอ เพื่อไม่ให้เกิดมลภาวะทางอากาศ ดังนี้</p> <p>1) ตรวจสอบคุณภาพอากาศจากปล่องควันปีละ 1 ครั้ง</p> | <p>คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ได้</p> <p>3. นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ในด้านคุณลักษณะความมีเหตุผล</p> | |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) | |
|-----|---|--|---|--|---|----------------|--|
| | | | | 2) ตรวจสอบคุณภาพอากาศค่า PM 2.5 และ PM 10 ทุก 3 เดือนในพื้นที่โรงไฟฟ้า และพื้นที่ชุมชน รัศมี 1 – 3 กิโลเมตร (หมายเหตุ: ผุนขนาด 0.01 ไมโครเมตร จะมีขนาดเล็กกว่าเส้นผมถึง 6,000 เท่า) และนอกจากนี้ยังมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องระบุว่า การสร้างโรงงานไฟฟ้าชีวมวลจะทำให้เกิดผลดีทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และสังคม ทั้งในระดับชุมชนและระดับประเทศ ดังคลิป https://www.youtube.com/watch?v=0tMB01YQZs&t=1s เห็นด้วยหรือไม่กับการตัดต้นไม้การสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล นักเรียนมีหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์อะไรบ้างมาสนับสนุนมีเหตุผลที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างไร และมีข้อควรคำนึงถึงของสังคมใดบ้าง | | | |
| 5 | ข้อที่ 6. สืบค้นข้อมูล อธิบาย โครงสร้างที่ใช้ในการ แลกเปลี่ยน | การ แลกเปลี่ยน แก๊สและ การลำเลียง แก๊สของ มนุษย์ | ในมนุษย์ปอดเป็น บริเวณที่มีการ แลกเปลี่ยนแก๊ส ระหว่างถุงลมกับ หลอดเลือดฝอย และ บริเวณเซลล์ของ | หน่วยงานด้านสาธารณสุขของอังกฤษได้ริเริ่มงานศึกษาต่าง ๆ เกี่ยวกับโทษของบุหรี่จำนวนเปรียบเทียบกับบุหรี่ไฟฟ้า และได้ข้อสรุปว่า บุหรี่ไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุหรี่ยาสูบถึง 95% ทั้งนี้ สาเหตุหลัก ๆ ก็เนื่องมาจากบุหรี่ไฟฟ้าไม่มีกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ จึงไม่ทำให้เกิดสารทาร์ (Tar) ซึ่งเป็นน้ำมันที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ยาสูบและเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เป็นมะเร็งปอด | 1. นักเรียนสามารถ อธิบาย กระบวนการ แลกเปลี่ยน แก๊ส และการ | 2 | |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-----|--|--|--|---|---|----------------|
| | <p>แก๊สและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์</p> | <p>แก๊สออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์</p> | <p>เนื้อเยื่อต่าง ๆ มีการแลกเปลี่ยนแก๊สโดยการแพร่ผ่านหลอดเลือดฝอยเช่นกัน ซึ่ง O_2 และ CO_2 จะถูกลำเลียงโดยระบบหมุนเวียนเลือด</p> | <p>บุปรีไฟฟ้าไม่ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แบบบุปรีหมุน ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบุปรีหมุนเป็นก๊าซชนิดเดียวกันกับที่พบนอกจากท่อเอเสียนยนต์มีความสามารถในการจับกับฮีโมโกลบินมากกว่าออกซิเจนประมาณ 200-250 เท่า ซึ่งเมื่อจับแล้วจะกลายเป็นสารประกอบคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน ทำให้ฮีโมโกลบินที่จับกับออกซิเจนในเลือดน้อยลง ส่งผลให้เม็ดเลือดแดงขนส่งออกซิเจนไปยังเนื้อเยื่อส่วนปลายได้ลดลง เนื้อเยื่อในร่างกายจึงเกิดภาวะขาดออกซิเจน อากาศพิษจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่พบได้บ่อยคือ ปวดศีรษะ และเวียนศีรษะ ถ้าหัวใจและสมองขาดออกซิเจนทำให้หน้ามืดเป็นลมหมดสติ หรือเสียชีวิตได้ (วุฒิเชษฐรุ่งเรือง และฐิติพล เยาวลักษณ์, 2564)</p> <p>นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่กลุ่มสนับสนุนบุปรีไฟฟ้าในประเทศไทยนำมาแสดงว่า บุปรีไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุปรีธรรมดา 33% หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคืออันตราย 67% ของบุปรีธรรมดา โดยงานวิจัยที่ถูกต้องอ้างอิง มาจากมหาวิทยาลัยโอทาโก ประเทศนิวซีแลนด์ ซึ่งประเมินว่า “บุปรีไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุปรีหมุน 33%” โดยการศึกษาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัย 5</p> | <p>ลำเลียงแก๊สของมนุษย์ได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้</p> <p>3. นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านคุณลักษณะความมีเหตุผล</p> | |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-----|---------------|-----------------|-----------------|---|-----------------------|----------------|
| 6 | ข้อที่ 7. | การควบคุม | การหายใจปกติถูก | <p>ชัง และงานวิจัย 2 ใน 5 ชัน เป็นงาน วิจัยที่บริษัทบุหรืสนับสนุน อย่างไรก็ตามยังมีงานวิจัยที่ได้ผลขัดแย้งกับผลวิจัยดังกล่าว ซึ่งงานวิจัยจากต่างประเทศแสดงให้เห็นว่า บุหรืไฟฟ้ามีพิษและอันตรายมากกว่าบุหรืแบบธรรมดา เช่น ไอความร้อนที่สูงมาก ทำลายเซลล์เยื่อปททางหายใจ และนอกจากนี้ ดร. พญ. เรืองดี ปราณินิช อาจารย์ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี และหัวหน้าโครงการวิจัย ติดตามและเฝ้าระวังอุตสาหกรรมยาสูบในประเทศไทย เผยผลการวิจัยต่างประเทศชี้ชัดว่า บุหรืไฟฟ้ามีอันตรายกับผูสู่มากกว่าบุหรืธรรมดาสูงถึง 67% ซึ่งถือเป็นการตอกย้ำเหตุผลที่ WHO ไม่กัรันดี บุหรืไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุหรืธรรมดา</p> <p>จริงหรือไม่กับประเด็นที่ว่า บุหรืไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุหรืธรรมดา นักเรียนมีหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ใดบ้างมาสนับสนุน มีเหตุผลที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างไร และมีข้อควรคำนึงถึงของสังคมได้บ้าง</p> | 1. นักเรียน | 1 |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-----|--|-------------------|---|---|--|----------------|
| | อธิบายการทำงานของปอดและหลอดลมปริมาตรของอากาศในการหายใจออกของมนุษย์ | การหายใจของมนุษย์ | ควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนมัติ โดยศูนย์ควบคุมการหายใจอยู่ที่สมองส่วนพอนส์และเมดัลลา ออบลองกาตา นอกจากการทำงานของระบบหายใจยังเกี่ยวข้องกับการรักษาคุณภาพของกรด-เบสของเลือด | ซึ่งอาจอธิบายการใช้อุณหภูมิที่เพิ่มมากขึ้น โดยเหตุผลที่สนับสนุนว่าปฏิกิริยาไฟฟ้าสามารถช่วยเล็กน้อยได้ คือ ปฏิกิริยาไฟฟ้าส่วนใหญ่ออกว่ามีสารนิโคตินเป็นส่วนประกอบ ส่งผลให้การใช้อุณหภูมิจะช่วยลดอาการถอนนิโคติน อย่างไรก็ตามผลการศึกษาศึกษาของการใช้ไฟฟ้าต่อการเลิกบุหรี่ที่ผ่านมายังไม่แน่ชัด ผลการศึกษาศึกษาหลาย ๆ งานที่เกี่ยวข้องกับการใช้อุณหภูมิไฟฟ้ากับการเลิกบุหรี่ มีทั้งส่วนที่ผลการศึกษาสนับสนุนว่าไฟฟ้าสามารถช่วยเล็กน้อยได้ และอีกส่วนหนึ่งพบว่าไม่สามารถช่วยเล็กน้อยได้ ซึ่งการศึกษานี้สนับสนุนว่าปฏิกิริยาไฟฟ้าสามารถช่วยเล็กน้อยได้ นั่นเป็นการศึกษาโดยมีการวัดความถี่ของจำนวนวันที่ใช้อุณหภูมิไฟฟ้าโดยตรง พบว่าความถี่ของการใช้อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีผลต่อผลของบุหรี่ไฟฟ้าต่อการเลิกบุหรี่ โดยผู้ที่ใช้อุณหภูมิ 30 วันต่อเดือนจะสามารถเลิกบุหรี่ได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่ใช้อุณหภูมิเพียงน้อยกว่า 30 วันต่อเดือน กล่าวคือ ผู้ที่ใช้อุณหภูมิไฟฟ้าทุกวันมีโอกาสที่จะเลิกหรือลดบุหรี่มากกว่าผู้ที่ไม่ได้ใช้อุณหภูมิไฟฟ้าทุกวัน ดังนั้นการนำข้อมูลเรื่องความถี่ของการใช้อุณหภูมิพิจารณาความร่วมมือจะทำให้ผลการศึกษาน่าจะมีความถูกต้องมากขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากการศึกษาหนึ่งพบว่า ผู้ที่ใช้อุณหภูมิไฟฟ้าทุกวัน | สามารถอธิบายการ อธิบายการควบคุมการหายใจของมนุษย์และการรักษาคุณภาพของกรด-เบสในเลือดได้ 2. นึกเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ | |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-----|---------------|-----------------|-----------|--|---|----------------|
| | | | | <p>ประเด็นที่สามารถเลิกบุหรี่ได้ต่างจากผู้ที่ไม่ได้ใช้บุหรี่ไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ศักราช ธรรม 2565)</p> <p>อย่างไรก็ตาม ยังมีการคัดค้านว่าบุหรี่ไฟฟ้าไม่สามารถช่วยเลิกบุหรี่ได้ คือผลิตภัณฑ์บุหรี่ไฟฟ้าในตลาดมากกว่าร้อยละ 95 มีสารนิโคตินเป็นส่วนผสมอยู่ในน้ำยาบุหรี่ไฟฟ้า ซึ่งแปลว่าการสูบบุหรี่ไฟฟ้าทำให้ติดสารนิโคตินได้ ซึ่งสารนิโคตินที่มีอยู่ในบุหรี่ไฟฟ้ามีผลต่อสุขภาพ ดังนี้ 1) ระบบประสาทส่วนกลาง : เวียนหัว วิงเวียน รบกวนการนอนหลับผิดปกติ อากาการปวดหัว มีความเสี่ยงต่อการไหลเวียนของเลือด 2) ระบบหายใจ : หายใจถี่ หลอดลมอักเสบเกร็ง และโรคมะเร็ง เป็นต้น (Tobacco Free Life “Nicotine Side Effects, 2019) และผลการวิจัยในคลิบ https://www.youtube.com/watch?v=QMGdoplYY</p> <p>นอกจากนี้ยังมีการยืนยันว่า บุหรี่ไฟฟ้าสุแล้วทำให้เสพติด และเลิกไม่ได้ ดังคลิบ https://www.youtube.com/watch?v=dgMWqHWrdtQ</p> <p>แต่ก็ยังมีกระแสโลกออนไลน์ตั้งกลับว่า ขอแย้งครับผมเลิกบุหรี่มานานได้เพราะบุหรี่ไฟฟ้า ขอคิดต่างครับ ผมก็เลิกบุหรี่ได้เพราะบุหรี่</p> | <p>3. นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านคุณลักษณะความมีเหตุผล</p> | |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-----|--|--|--|--|---|----------------|
| 7 | ข้อที่ 7. อธิบายการทำงาน ของ บอด และ ทดลองวัด ปริมาตรของ อากาศในการ หายใจออก ของมนุษย์ | ความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับระบบหายใจของ โรคมะเร็ง ปอด เป็นต้น ซึ่งระบบหายใจมี ความสำคัญต่อการ ดำรงชีวิต เพื่อไม่ให้ เกิดความผิดปกติที่ เกี่ยวข้องกับระบบ | ความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับระบบหายใจ เช่น โรคมะเร็ง ปอด เป็นต้น ซึ่งระบบหายใจมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต เพื่อไม่ให้เกิดความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับระบบ | ไฟฟ้าได้รับ หยุดได้จริง ผมเล็กได้จริงครับ ขอเห็นแย้ง ลดได้เพราะ บุหรี่ไฟฟ้าต้องคอยๆ ลดนิโคติน ถ้ามีหน่วยงานให้ความรู้เพื่อลดการใช้บุหรี่ จะดีมาก ๆ เลิกบุหรืจริงและบุหรืไฟฟ้า 5 ปีแล้วครับ การสูบบุหรี่ไฟฟ้าสามารถช่วยเลิกบุหรืได้จริงหรือ และจะส่งผลต่อการควบคุมการหายใจหรือไม่ นักเรียนมีหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ได้บ้างมาสนับสนุนเหตุผลที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างไร และมีข้อควรคำนึงถึงของสังคมได้บ้าง | 1. นักเรียนสามารถบอกสาเหตุของแนวทาง การป้องกันโรคที่ เกิดจากความผิดปกติของระบบหายใจได้ 2. นักเรียน | 2 |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-----|---------------|-----------------|---|--|---|----------------|
| | | | <p>หายใจตั้งมั่นจึงควรมี การดูแลรักษาระบบ หายใจให้ทำงานเป็นปกติ</p> | <p>“บุหรีไฟฟ้า” ยังคงดำเนินต่อไป และต้องคอยติดตามกันต่อไปว่า ตอนจบของเรื่องราว “บุหรีไฟฟ้า” ในประเทศไทยนั้นจะเป็นเช่นไร นายชัยวุฒิ ธนาคมานุสรณ์ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม กล่าวว่า ความสำเร็จการศึกษาอย่างรอบด้านรับฟังความเห็นของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย นำข้อมูลวิชาการของประเทศที่เปิดให้ใช้บุหรีไฟฟ้าได้เอามารวมพิจารณาด้วยในการศึกษา ไปห้าม 100% มันไม่ใช่ทางออกของบริบทในสังคมแล้ว ก็ทำให้ประชาชนที่เค้ายากจะมีทางเลือกในการใช้บุหรีไฟฟ้าที่มีอันตรายน้อยกว่าบุหรีรวมกันไปจำกัดสิทธิ์ของแค่ด้วย เพราะวันนี้หลายประเทศยอมรับแล้วว่า การสูบบุหรีไฟฟ้าปลอดภัยกว่าการสูบบุหรีจริงมีสารพิษน้อยกว่า ดังคลิป https://www.youtube.com/watch?v=7JDBTrIGp-o</p> <p>ในทางตรงกันข้ามยังมีฝ่ายคัดค้านที่มีความเห็นว่า “บุหรีไฟฟ้า” ยังคงเป็นของต้องห้าม เป็นสินค้าที่อันตรายและมีพิษภัยมาหาดังคลิป https://www.youtube.com/watch?v=Oe7IsC9IEqI และนอกจากนี้ นายแพทย์จรัสศักดิ์ แก้วจรัส รองอธิบดีกรมควบคุมโรค กล่าวว่า ไทยพบผู้ป่วยโรคปอดอักเสบรุนแรง (EVALI) โดยมี</p> | <p>สามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้</p> <p>3. นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านคุณลักษณะความมีเหตุผล</p> | |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-----|-----------------------------|-------------------------|---|---|-----------------------------|----------------|
| | | สาระการเรียนรู้ | | สาเหตุมาจากการใช้บุหรี่ไฟฟ้าซึ่งเกิดจากความเข้าใจผิดว่าการสูบบุหรี่ไฟฟ้าไม่เป็นอันตราย และไม่ทำให้เกิดโรคร้ายต่อสุขภาพ จนทำให้เกิดการป่วยแบบเฉียบพลันขึ้น ดังคลิป https://www.youtube.com/watch?v=Wiu0mZyVQiw และคำค้นของบุหรี่ไฟฟ้าเป็นอันตรายต่อคนรอบข้างเช่นเดียวกับ บุหรี่มวน โดยมีผลวิจัยต่างประเทศได้ทำการสำรวจจากกลุ่มตัวอย่าง บุหรี่มวน โดยผลวิจัยระบุว่า คนที่ไม่สูบบุหรี่ไฟฟ้าแต่อยู่ในห้องเดียวกับคนสูบบุหรี่ และตรวจพบว่า คนที่ไม่สูบบุหรี่ไฟฟ้าแต่อยู่ในห้องเดียวกับคนสูบบุหรี่มีสารพิษจากควันบุหรี่ตกค้างในปัสสาวะในปริมาณที่สูง ดังนั้น กลิ่นที่หอมของบุหรี่ไฟฟ้าก็ซ่อนอันตรายที่ไม่ต่างจากบุหรี่ทั่วไป (ศักษ์ศรณ์ มีลาภ, 2565) จริงหรือไม่ที่บุหรี่ไฟฟ้าปลอดภัยกว่าบุหรี่มวน นักเรียนมี หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ที่บ่งมาสนับสนุน มีเหตุผลที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างไร และมีข้อควรคำนึงถึงของสังคมใดบ้าง | | |
| 8 | ข้อที่ 7. อธิบายการทำงานของ | การหายใจเข้าและหายใจออก | การหายใจเข้าและ การหายใจออกของ มนุษย์เกิดจากการ | โศกนาฏกรรมที่เกิดขึ้นในย่านอิวานอนของประเทศเกาหลีใต้มีลำดับเหตุการณ์ ดังแสดงในคลิป https://www.youtube.com/watch?v=fSa2_vhEPzA โดย | 1. นักเรียนสามารถ อธิบายการ | 1 |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-----|---|-----------------|---|--|--|----------------|
| | ปอด และ ทดลองวัด ปริมาตรของ อากาศในการ หายใจออก ของมนุษย์ | ของมนุษย์ | เปลี่ยนแปลงความดัน อากาศภายในปอด โดยการทำงาน ร่วมกันของกล้ามเนื้อ กะบังลมและ กล้ามเนื้อระหว่าง กระดูกซี่โครงแนบ นอก | <p>โศกนาฏกรรมที่เกิดขึ้นในย่านอิมทวอน มีสาเหตุที่คนเสียชีวิตจาก เหตุการณ์ที่เรียกว่า “เหยียบกันตาย” หรือในภาษาอังกฤษใช้คำว่า Stampede ไม่ได้เกิดจากการเหยียบกันด้วยเท้า แต่คือภาวะขาด อากาศหายใจ</p> <p>ภาวะขาดอากาศหายใจสาเหตุมาจากการเบียดเสียดกัน ของผู้คนจำนวนมากในพื้นที่จำกัด จนหน้าอกถูกกดทับ ทำให้ระบบ หายใจผิดปกติทางการแพทย์จึงเรียกว่า Compression Asphyxia มนุษย์เราเมื่อสูดอากาศเข้าร่างกาย ทรวงอกจะขยายขึ้น แต่ถ้าอยู่ ท่ามกลางคลื่นฝูงชนที่แออัด ถึงขนาดที่กระดูกซี่โครงบริเวณอกยก ตัวสูงไม่ได้เมื่อหายใจ สามารถเสียชีวิตได้ทั้งนั้นเอง ดังนั้นเรา ควรศึกษาบทเรียนจากอุบัติเหตุหมู่อิมทวอน เพื่อไม่ให้เกิด โศกนาฏกรรมแบบนี้อีก (โรงพยาบาลเพชรเวช, 2565)</p> <p>CPR หรือ Cardiopulmonary resuscitation เป็นการ ช่วยเหลือผู้ป่วยที่กำลังจะหยุดหายใจ หรือหัวใจกำลังหยุดเต้นให้ กลับมาหายใจ หรือลมหายใจไหลเวียนได้ตามปกติ ซึ่งจาก โศกนาฏกรรมเหยียบกันตายจนขาดอากาศหายใจในย่านอิมทวอน ประเทศเกาหลีใต้ให้บทเรียนเรื่องการกู้ชีพด้วยวิธี CPR ในยามเกิด</p> | <p>ทำงานของ อวัยวะที่ เกี่ยวข้องกับ การหายใจเข้า และหายใจ และ ออกของมนุษย์ ได้</p> <p>2. นักเรียน สามารถสร้าง คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ จากประเด็น ทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ ได้</p> <p>3. นักเรียนมี</p> | |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-----|---------------|-----------------|-----------|--|---|----------------|
| | | | | <p>เหตุฉุกเฉิน ดังคลิป https://www.youtube.com/watch?v=9CeSoJlQoE สำหรับประเทศไทยก็มีการจัดงานที่มีผู้คนจำนวนมาก เหมือนกับที่ไอ้ทวอนบ่อยครั้ง ทำให้เกิดการเบียดเสียดกันของผู้คน จำนวนมากในพื้นที่จำกัด เช่น งานกาชาดของจังหวัดมหาสารคาม แต่สิ่งที่แตกต่างจากไอ้ทวอนคือ ทีมสาธารณสุขจะร้องขึ้น อากาศอาจจะเลวร้ายได้กว่า เนื่องจากอากาศร้อนมีความหนาแน่นน้อยกว่าอากาศเย็น จึงมีความกดอากาศน้อยกว่า เรียกว่า “ความกดอากาศต่ำ” ส่วนที่ไอ้ทวอนอากาศจะหนาวเย็นและแห้ง อากาศเย็นมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศร้อน จึงมีความกดอากาศมากกว่า เรียกว่า “ความกดอากาศสูง” ซึ่งอากาศที่แห้งเกินไป มนุษย์เราจะเริ่มรู้สึกหายใจไม่สะดวก รู้สึกอึดอัดและจุกแสบทั้ง ทากในภาวอากาศจังหวัดมหาสารคามเกิดเหตุการณ เช่นเดียวกับที่ไอ้ทวอน นักเรียนคิดว่า จะส่งผลต่อการหายใจ เข้า-ออกของผู้คนจำนวนมากที่ไปเที่ยวงานกาชาดหรือไม่ นักเรียนมี หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ที่บ่งมาสนับสนุน มีเหตุผลที่เป็นหลักการ ทางวิทยาศาสตร์อย่างไร และมีข้อควรคำนึงถึงของสังคมได้บ้าง</p> | เจตคติทาง วิทยาศาสตร์ ในด้าน คุณลักษณะ ความมีเหตุผล | |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-----|---|---|---|--|--|----------------|
| 9 | ข้อที่ 7. อธิบายการทำงานของปอดและหลอดเลือด ปริมาตรของอากาศในการหายใจออกของมนุษย์ | ปริมาตรของอากาศในการหายใจเข้าและหายใจออกของมนุษย์ | ปริมาตรหายใจเข้าและออกปกติ 1 ครั้งของมนุษย์มีปริมาตร 500 mL เท่ากัน เมื่อหายใจเข้าเต็มที่มีปริมาตรอากาศในปอดสูงสุด 5,800 mL ขณะที่หายใจออกเต็มที่มีปริมาตรของอากาศประมาณ 4,600 mL และยังคงมีอากาศตกค้างในปอด 1,200 ปริมาตรปอดของแต่ละบุคคลอาจแตกต่างกัน | หลังจากที่นักเรียนกลับมาจากแข่งขันกีฬาฟิสิกส์สามัคคี ครั้งที่ 45 “พิบูลย์ปัญญาเกมส์” ผู้สอนก็ได้ถามนักเรียนว่า เป็นไงบ้าง ไปแข่งกีฬา มาสนุกไหม และได้ชัยชนะหรือไม่ นักเรียนก็ต่างตอบว่า สนุกครับ/ค่ะ และเกือบได้ชัยชนะกลับมา แล้วผู้สอนก็ถามนักเรียนต่อไปอีกว่า หากเราเคยติดเชื้อโควิด-19 จะส่งผลต่อการแข่งขันกีฬาไหม (คำตอบของนักเรียนมีทั้งส่งผล และไม่ส่งผล) ต่อมาครูเล่าให้นักเรียนฟังว่า การติดเชื้อโควิด-19 มีผลต่อระบบทางเดินหายใจโดยตรง โดยเฉพาะมีผลกระทบต่อ “ปอด” ทำให้สมรรถภาพปอดลดลง หายใจไม่เต็มปอด รุนแรงจนถึงอาจเกิดพังพืด สร้างรอยแผลเป็นในปอด ซึ่งนั่นจะส่งผลให้เราไม่สามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่ อย่างไรก็ตามเมื่อร่างกายเริ่มปรับตัวได้แล้วจึงค่อยออกกำลังกายหนักขึ้นตามลำดับได้ เช่น เริ่มจากลุกเดินบ่อย ๆ จนไปถึงเดินเร็ว และวิ่ง (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2565) ดังคลิปความรู้อยู่ยูทิวบ์ https://www.youtube.com/watch?v=i-dshP9pZuU โดยปกติแล้วนักกีฬาที่ออกกำลังกายเป็นประจำจะมีความจุปอดมากกว่าผู้ที่ไม่ออกกำลังกายเพศชายส่วนใหญ่มักมีความจุปอดมากกว่าเพศหญิง ผู้ใหญ่มีความจุปอดมากกว่าเด็ก | 1. นักเรียนสามารถอธิบายปริมาตรของอากาศในการหายใจเข้าและหายใจออกของมนุษย์ได้ 2. นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้ | 2 |

| แผน | ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ | สาระสำคัญ | ประเด็นที่เกี่ยวข้อง | จุดประสงค์การเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) |
|-----|---------------|-----------------|-----------|--|---|----------------|
| | | | | <p>ประเพณีที่เกี่ยวข้อง</p> <p>(กระทรวงศึกษาธิการ, 2562) จากนั้นผู้สอนถามนักเรียนอีกว่า คนที่เคยติดเชื้อโควิด-19 จะมีความจุบอดน้อยกว่าคนที่ไม่เคยติดเชื้อโควิด-19 จริงหรือไม่ และจะส่งผลกระทบต่อการแข่งขันกีฬาหรือไม่ ซึ่งพบว่านักเรียนมีคำตอบที่แตกต่างกัน จึงทำให้ยังไม่ได้อุสรุบบของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เป็นประเด็นระดับห้องเรียน</p> <p>คนที่เคยติดเชื้อโควิด-19 จะมีปริมาณทรบอดน้อยกว่าคนที่ไม่เคยติดเชื้อโควิด-19 จริงหรือ และจะส่งผลกระทบต่อการแข่งขันกีฬาหรือไม่ นักเรียนมีหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ใดบ้างมาสนับสนุนมีเหตุผลที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างไร และมีข้อควรคำนึงถึงของสังคมได้บ้าง</p> | <p>3. นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านคุณลักษณะความมีเหตุผล</p> | |

1.6 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ จำนวน 9 แผน รวมทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง ซึ่งในหัวข้อหลักในแต่ละแผนประกอบไปด้วย ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล สื่อและแหล่งการเรียนรู้ เอกสารอ้างอิง และบันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยเขียนขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดประเมินผล และนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะได้แก่

- 1) ปรับแก้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ให้ใกล้เคียงกับสภาพสังคมของนักเรียนมากยิ่งขึ้น
- 2) ปรับแก้สาระสำคัญให้ได้ไม่เกิน 3 บรรทัด
- 3) ปรับแก้ภาษาจากภาษาพูดให้เป็นภาษาวิชาการมากขึ้น
- 4) ปรับแก้คำจากคำว่า “ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ” เป็นคำว่า “นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมต่าง ๆ” ทั้งนี้เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นในลักษณะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- 5) ปรับแก้จุดประสงค์การเรียนรู้ในด้านคุณลักษณะ (Attitude) ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ดังนี้

- 1) รศ.ดร.มนตรี วงษ์สะพาน วุฒิกการศึกษา กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน
- 2) รศ.ดร.วราพร เอราวรรณ วุฒิกการศึกษา ค.ด. (การวัดและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
- 3) อาจารย์ ดร.วุฒิศักดิ์ บุญแน่น วุฒิกการศึกษา ป.ด. (สิ่งแวดล้อมศึกษา) ตำแหน่ง อาจารย์ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
- 4) อาจารย์นพนันท์ คณิตไธสง วุฒิกการศึกษา วท.ม. (ชีววิทยา) ตำแหน่ง อาจารย์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

5) อาจารย์ทิพวรรณ พิลา วุฒิกการศึกษา วท.ม. (ชีววิทยาศึกษา) ตำแหน่ง อาจารย์
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

1.9 ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้อง โดยผู้เชี่ยวชาญให้คะแนน
ในช่องที่ตรงความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ซึ่งมีระดับคุณภาพ 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2552)
ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

1.10 นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ระดับคุณภาพของ
แผนการจัดการเรียนรู้ (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคอร์ท (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2552) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยค่าความเหมาะสมมีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.51-5.00 เป็นเกณฑ์ตัดสิน ซึ่ง
ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้ ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการ
จัดการเรียนรู้ได้ผลดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ | คะแนนเฉลี่ยรวม | S.D. | ระดับความเหมาะสม |
|-------------------------|----------------|------|------------------|
| 1 | 4.33 | 0.16 | เหมาะสมมาก |
| 2 | 4.39 | 0.20 | เหมาะสมมาก |
| 3 | 4.38 | 0.14 | เหมาะสมมาก |
| 4 | 4.34 | 0.19 | เหมาะสมมาก |
| 5 | 4.38 | 0.19 | เหมาะสมมาก |
| 6 | 4.34 | 0.14 | เหมาะสมมาก |
| 7 | 4.36 | 0.18 | เหมาะสมมาก |

| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ | คะแนนเฉลี่ยรวม | S.D. | ระดับความเหมาะสม |
|-------------------------|----------------|------|------------------|
| 8 | 4.43 | 0.16 | เหมาะสมมาก |
| 9 | 4.38 | 0.18 | เหมาะสมมาก |

1.11 ดำเนินการปรับแก้ไขแผนการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่

1) แทรกรูปที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เข้าไปในบทความที่อยู่ในใบกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจในประเด็น

2) ปรับชื่อประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ “บุหรี่ปิไฟฟ้า” ให้เป็นลักษณะคำถามมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้ให้นักเรียนวิเคราะห์ประเด็นโดยไม่คล้อยตาม

3) ในแผนการจัดการเรียนรู้เขียนเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกชั้น การสอน

1.12 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงเสร็จแล้วไปใช้ดำเนินการวิจัยโดยใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับกลุ่มเป้าหมายเพื่อนำไปสู่การเก็บข้อมูลในงานวิจัยต่อไป

2. เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการวิจัย

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบบทดสอบเกี่ยวกับ เรื่อง ระบบหายใจ ใช้วัดและประเมินผลนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

2.1.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2006) ซึ่งครอบคลุม 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

2.1.2 พิจารณาความตรงต่อเนื้อหาที่จะสอนและจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาชีววิทยากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2.1.3 สร้างแบบทดสอบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบอัตนัย ซึ่งเป็นสถานการณ์ โดยใช้ข้อความปลายเปิดให้นักเรียนทำการทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการ 2 ข้อ โดยครอบคลุมนิยามปฏิบัติการที่ตั้งไว้

2.1.4 นำแบบทดสอบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหา ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมด้านเนื้อหา

2.1.5 นำแบบทดสอบวัดการสร้างความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อให้แต่ละท่านประเมินข้อคำถามแต่ละข้อ ว่าสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ หรือตรงตามเรื่องที่ต้องการจะวัดหรือไม่ ดังนี้

1) รศ.ดร.มนตรี วงษ์สะพาน วุฒิกการศึกษา กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2) รศ.ดร.วราพร เอราวรรณ วุฒิกการศึกษา ค.ด. (การวัดและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

3) อาจารย์ ดร.วุฒิสักดิ์ บุญแน่น วุฒิกการศึกษา ป.ด. (สิ่งแวดล้อมศึกษา) ตำแหน่ง อาจารย์ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

4) อาจารย์นพนันท์ คณิตไธสง วุฒิกการศึกษา วท.ม. (ชีววิทยา) ตำแหน่ง อาจารย์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

5) อาจารย์ทิพวรรณ พิลา วุฒิกการศึกษา วท.ม. (ชีววิทยาศึกษา) ตำแหน่ง อาจารย์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

2.1.6 ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้อง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553) ดังนี้

ให้คะแนน +1 คือ แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

ให้คะแนน 0 คือ ไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

ให้คะแนน -1 คือ แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์

2.1.7 นำคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทุกท่านมาวิเคราะห์เพื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of item Objective Congruence: IOC) โดยการหาค่าเฉลี่ย ซึ่งข้อคำถามต้องมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.5 - 1.0 จึงถือว่าข้อคำถามนั้นสามารถนำไปใช้ได้ แต่ถ้าข้อคำถามมีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือควรตัดทิ้ง (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553) เมื่อพิจารณาความสอดคล้องแล้วได้ผลดังนี้

1) วงจรปฏิบัติการที่ 1

ข้อที่ 1 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

ข้อที่ 2 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

2) วงจรปฏิบัติการที่ 2

ข้อที่ 1 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

ข้อที่ 2 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

3) วงจรปฏิบัติการที่ 3

ข้อที่ 1 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

ข้อที่ 2 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

2.1.8 จัดพิมพ์ข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งมีทั้งหมด 6 ข้อคำถาม เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นักเรียน ในงานวิจัยนี้มี 3 วงจรปฏิบัติการ แบ่งใช้ทดสอบกับนักเรียนวงจรละ 2 ข้อ

2.2 เกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์แปลผลคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างตามแนวคิดของ McNeil and Krajcik (2008) ส่วนเกณฑ์การแปลผลคะแนนเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยสร้างตามแนวคิดของ เขมรัฐ จุฑานฤปกิจ และคณะ (2561) ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

2.2.1 ศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ McNeil and Krajcik (2008)) และศึกษาเกี่ยวกับเกณฑ์การแปลผลคะแนนเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ เขมรัฐ จุฑานฤปกิจ และคณะ (2561)

2.2.2 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ McNeil and Krajcik (2008) ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ปรับจาก McNeil and Krajcik, 2008)

| องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|--|--|--|--|
| | 0 | 1 | 2 |
| ข้อกล่าวอ้าง (Claim) ข้อความที่เป็นคำตอบเบื้องต้นของคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น | ไม่เขียนข้อกล่าวอ้างหรือเขียนข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นไม่ถูกต้อง | เขียนข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นถูกต้อง แต่ข้อกล่าวอ้างไม่สมบูรณ์ กล่าวคือ | เขียนข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นถูกต้อง และสมบูรณ์ กล่าวคือ ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง |

| องค์ประกอบของ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|---|---|---|--|
| | 0 | 1 | 2 |
| | | เขียนข้อกล่าวอ้างอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปเพิ่ม | อื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปเพิ่ม |
| หลักฐาน (Evidence) ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งข้อมูลต้องมีความเกี่ยวข้อง และเพียงพอที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของสถานการณ์นั้น | ไม่เขียนแสดงหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือเขียนแสดงหลักฐานที่ไม่เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของสถานการณ์นั้น | เขียนแสดงหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้เกี่ยวข้อง กับสถานการณ์นั้น แต่ยังไม่เพียงพอ กล่าวคือ ไม่เขียนแสดงหลักฐานบางประการที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น | เขียนแสดงหลักฐานได้เกี่ยวข้องและเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของสถานการณ์นั้น กล่าวคือ เขียนแสดงหลักฐานครบถ้วนทุกประการที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น |
| การให้เหตุผล (Reasoning) การแสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน โดยแสดงว่าเพราะเหตุใดจึงใช้ข้อมูลนั้นเป็นหลักฐาน โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ | ไม่มีการเขียนให้เหตุผลหรือเขียนให้เหตุผลที่ไม่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง | มีการเขียนให้เหตุผลแสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยมีการอ้างอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่เพียงพอ | มีการเขียนให้เหตุผลถูกต้องและสมบูรณ์ แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยมีการอ้างอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ |

2.2.3 สร้างเกณฑ์การแปลผลคะแนนเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ เขมรัฐ จุฑานฤปกิจ และคณะ (2561) ซึ่งแบ่งระดับความสามารถออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับดีมาก ระดับดี และระดับควรปรับปรุง ซึ่งในงานวิจัยนี้มีแบบทดสอบวัด

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 6 ข้อคำถาม โดยแบ่งให้นักเรียนทำทำย
 วจรปฏิบัติการละ 2 ข้อ (มี 3 วจรปฏิบัติการ) รวมคะแนนเต็มจาก 2 ข้อ อยู่ระหว่าง 0-12 ดังนั้นจึง
 ทำให้ได้เกณฑ์การแปลผลคะแนน ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 เกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

| ช่วงคะแนน | ระดับความสามารถ |
|-----------|----------------------------|
| 9-12 | ความสามารถระดับดีมาก |
| 5-8 | ความสามารถระดับดี |
| 0-4 | ความสามารถระดับควรปรับปรุง |

2.2.4 นำเกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การแปลผลคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิง
 วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสม
 ระหว่างองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับระดับคะแนน ช่วงคะแนน และระดับ
 ความสามารถ

2.2.5 นำเกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การแปลผลคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิง
 วิทยาศาสตร์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (ชุด 2.1.5) โดยผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนในช่องที่ตรง
 ความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ซึ่งมีระดับคุณภาพ 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2552) ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

2.2.6 นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ระดับคุณภาพ
 ของเกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การแปลผลคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Rating
 Scale) 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2552) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยค่าความเหมาะสมมีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.51-5.00 เป็นเกณฑ์ตัดสิน ซึ่งถือว่าเป็นเกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การแปลผลคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ได้ ผลการพิจารณาความเหมาะสมได้ผลดังนี้

1) ผลการพิจารณาความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

วงจรถับปฏิบัติการที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 4.81 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

วงจรถับปฏิบัติการที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 4.86 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

วงจรถับปฏิบัติการที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 4.92 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

2) ผลการพิจารณาความเหมาะสมของเกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการพิจารณาความเหมาะสมมีค่าเฉลี่ย 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

2.2.7 ดำเนินการปรับแก้ไขเกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การแปลผลการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญได้แก่

1) เพิ่มข้อความ “เขียนแสดงหลักฐานครบถ้วนทุกประการที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น” เข้าไปในเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2) อ่างอิงแหล่งที่มาของเกณฑ์การแปลผลคะแนนระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2.2.8 นำเกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การแปลผลการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ เพื่อเก็บข้อมูลในงานวิจัยต่อไป

2.3 แบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

แบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นแบบมีโครงสร้างซึ่งมีเป้าหมายในการสังเกตที่แน่นอน โดยสังเกตพฤติกรรมที่บ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการจัดการเรียนรู้อะไร มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.3.1 ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และวิเคราะห์พฤติกรรมที่บ่งชี้การมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2.3.2 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นแบบสังเกตที่มีโครงสร้าง โดยผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมที่บ่งชี้การมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้อะไรโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 พฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

| รายการที่สังเกต | พฤติกรรมบ่งชี้ |
|---------------------|--|
| การระบุข้อกล่าวอ้าง | 1. นักเรียนพูดคุยกัน และมีการเขียนเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง โดยการซักถามความคิดเห็นที่เกิดจากประสบการณ์เดิมที่สอดคล้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับเพื่อนภายในกลุ่ม |
| การระบุหลักฐาน | 2. นักเรียนสืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ พูดคุยกันเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาเขียนระบุเป็นหลักฐานเพื่อใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง |
| การระบุเหตุผล | 3. นักเรียนพูดคุยกันภายในกลุ่ม แล้วนำหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาเขียนให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน |

2.3.3 นำแบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม

2.3.4 นำแบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบสังเกตกับพฤติกรรมบ่งชี้ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน (ชุด 2.1.5) โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน (ปรับจาก: สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553) ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบสังเกตนั้นวัดได้ตรงกับพฤติกรรมบ่งชี้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบสังเกตนั้นวัดได้ตรงกับพฤติกรรมบ่งชี้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบสังเกตนั้นวัดได้ไม่ตรงกับพฤติกรรมบ่งชี้

2.3.5 นำคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทุกท่านมาวิเคราะห์เพื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบสังเกตกับพฤติกรรมบ่งชี้ (Index of item Objective Congruence: IOC) โดยการหาค่าเฉลี่ย ซึ่งแบบสังเกตต้องมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.5 - 1.0 จึงถือว่าแบบสังเกตนั้นสามารถนำไปใช้ได้ แต่ถ้าแบบสังเกตมีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือควรตัดทิ้ง (ปรับจาก: สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553) ผลการวิเคราะห์พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 ดังตารางที่ 49 ในภาคผนวก ซึ่งสามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยได้

2.3.6 จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2.4 เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2.4.1 ศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2.4.2 ผู้วิจัยสร้างเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยต้องใช้ควบคู่กับแบบสังเกตพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งคะแนนออกเป็น 3 ระดับ คือ 0, 1 และ 2 ตามลำดับ ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

| รายการที่สังเกต | พฤติกรรมบ่งชี้ | ระดับคะแนน | | |
|---------------------|--|--|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 |
| การระบุข้อกล่าวอ้าง | 1. นักเรียนพูดคุยกัน และมีการเขียนเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง โดยการซักถามความคิดเห็นที่เกิดจากประสบการณ์เดิมที่สอดคล้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับเพื่อนภายในกลุ่ม | นักเรียนไม่มีการพูดคุยกัน และไม่มีการเขียนเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง | นักเรียนพูดคุยกัน และมีการเขียนเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง โดยการซักถามความคิดเห็นที่เกิดจากประสบการณ์เดิมที่สอดคล้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับเพื่อนภายในกลุ่ม แต่มีการเขียนข้อกล่าวอ้างอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปเพิ่ม | นักเรียนพูดคุยกัน และมีการเขียนเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง โดยการซักถามความคิดเห็นที่เกิดจากประสบการณ์เดิมที่สอดคล้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับเพื่อนภายในกลุ่ม และไม่มีเขียนข้อกล่าวอ้างอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปเพิ่ม |
| การระบุหลักฐาน | 2. นักเรียนสืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ พูดคุยกัน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ | นักเรียนไม่มีการสืบค้นข้อมูล ไม่รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ไม่พูดคุยกัน และไม่มี | นักเรียนสืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ พูดคุยกัน เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมา | นักเรียนสืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ พูดคุยกัน เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมา |

| รายการที่ สังเกต | พฤติกรรมบ่งชี้ | ระดับคะแนน | | |
|---------------------|--|--|--|---|
| | | 0 | 1 | 2 |
| | จากการสืบค้นมา เขียนระบุเป็น หลักฐานเพื่อใช้ สนับสนุนข้อ กล่าวอ้าง | การเขียนระบุ หลักฐานเพื่อใช้ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง | เขียนระบุเป็น หลักฐานเพื่อใช้ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง แต่มีการแสดง หลักฐานที่ไม่ เกี่ยวกับประเด็นทาง สังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ | เขียนระบุเป็น หลักฐานเพื่อใช้ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง ซึ่งมีการแสดง หลักฐานที่เกี่ยวกับ ประเด็นทางสังคมที่ เกี่ยวข้องข้อกับ วิทยาศาสตร์ |
| การระบุ เหตุผล | 3. นักเรียนพูดคุย กันภายในกลุ่ม แล้วนำหลักการ ทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้จาก การศึกษาค้นคว้า มาเขียนให้เหตุผล เพื่อเชื่อมโยง ระหว่างข้อกล่าว อ้างกับหลักฐาน | นักเรียนไม่มีการ พูดคุยกันภายใน กลุ่ม ไม่มีการนำ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่ได้ จากการศึกษา ค้นคว้ามาเขียนให้ เหตุผลเพื่อ เชื่อมโยงระหว่าง ข้อกล่าวอ้างกับ หลักฐาน | นักเรียนพูดคุยกัน ภายในกลุ่ม แล้วนำ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่ได้จาก การศึกษาค้นคว้ามา เขียนให้เหตุผลเพื่อ เชื่อมโยงระหว่างข้อ กล่าวอ้างกับ หลักฐานและ นำเสนอหน้าชั้นเรียน แต่ใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่ไม่ เกี่ยวกับประเด็นทาง สังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ | นักเรียนพูดคุยกัน ภายในกลุ่ม แล้วนำ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่ได้จาก การศึกษาค้นคว้ามา เขียนให้เหตุผลเพื่อ เชื่อมโยงระหว่างข้อ กล่าวอ้างกับ หลักฐานและ นำเสนอหน้าชั้น เรียน โดยมีการใช้ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่ เกี่ยวกับประเด็นทาง สังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ |

2.4.3 นำเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมระหว่างพฤติกรรมบ่งชี้กับระดับคะแนน

2.4.4 นำเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (ชุด 2.1.5) เพื่อพิจารณาความเหมาะสมระหว่างพฤติกรรมบ่งชี้กับระดับคะแนน โดยผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนในช่องที่ตรงความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ซึ่งมีระดับคุณภาพ 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2552) ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

2.4.5 นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ระดับคุณภาพของเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2552) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยค่าความเหมาะสมมีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.51-5.00 เป็นเกณฑ์ตัดสิน ซึ่งถือว่าเป็นเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ได้ ได้ผลการพิจารณาความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ย 4.98 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด ซึ่งสามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยได้

2.4.6 นำเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไปใช้เพื่อเก็บข้อมูลในงานวิจัยต่อไป

2.5 แบบสัมภาษณ์นักเรียน

แบบสัมภาษณ์นักเรียนเป็นแบบกึ่งโครงสร้าง เป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นสำหรับเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลำดับต่อไป โดยสัมภาษณ์ความเห็นของนักเรียนกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยระหว่างการสัมภาษณ์จะมีการบันทึกเสียงเพื่อใช้ในการตรวจสอบคำตอบนักเรียน ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียน ดังนี้

2.5.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสัมภาษณ์

2.5.2 กำหนดขอบเขตและออกแบบรายละเอียดของแบบสัมภาษณ์

2.5.3 สร้างแบบสัมภาษณ์โดยกำหนดหัวข้อและข้อคำถามในการสัมภาษณ์ ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับวิธีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

| หัวข้อในการสัมภาษณ์ | ข้อคำถามในการสัมภาษณ์ |
|---------------------|---|
| การระบุข้อกล่าวอ้าง | เมื่อนักเรียนต้องระบุ <u>ข้อกล่าวอ้าง</u> เพื่อแสดงจุดยืนของตนเอง นักเรียนมีวิธีการวิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อระบุเป็นข้อกล่าวอ้างได้อย่างไร |
| การระบุหลักฐาน | เมื่อนักเรียนต้องระบุ <u>หลักฐาน</u> เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง นักเรียนมีวิธีการสืบค้นข้อมูล หรือสำรวจตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถืออย่างไร |
| การให้เหตุผล | เมื่อนักเรียนต้องให้ <u>เหตุผล</u> นักเรียนมีวิธีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้อย่างไร |

2.5.4 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะคือ เปลี่ยนประเด็นในการสัมภาษณ์จากประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอน เปลี่ยนมาใช้ประเด็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับวิธีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2.5.5 นำแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างหัวข้อและข้อคำถามในการสัมภาษณ์ ซึ่งประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน (ชุด 2.1.5) เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรง ความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างหัวข้อและข้อคำถามในการสัมภาษณ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) ซึ่งใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบสัมภาษณ์มีความสอดคล้อง
- ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบสัมภาษณ์มีความสอดคล้อง
- ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบสัมภาษณ์ไม่มีความสอดคล้อง

2.5.6 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องระหว่างหัวข้อและข้อคำถามในการสัมภาษณ์โดยใช้สูตร IOC (Index of item objective congruence) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) โดยค่าดัชนีความสอดคล้องต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5 - 1.0 จึงถือว่าแบบสัมภาษณ์นั้นมีความสอดคล้อง และสามารถนำไปใช้ได้ ผลการวิเคราะห์พบว่า ข้อคำถามในการสัมภาษณ์ทั้ง 3 ข้อ มีความสอดคล้องกับหัวข้อในการสัมภาษณ์ ค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1 ดังตารางที่ 51 ในภาคผนวก ซึ่งสามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยได้

2.5.7 จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2.6 อนุทินของนักเรียน

เป็นบันทึกของนักเรียนที่เขียนทำยวงจรปฏิบัติการ เพื่อให้ นักเรียนสะท้อนคิดระหว่างการจัดการเรียนการสอน ว่าตนเองมีวิธีการได้มาของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อย่างไร ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นในอนุทินของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทราบถึงการวิเคระห์ วิธีการสืบค้นข้อมูล สํารวจตรวจสอบ เพื่อให้ได้คำตอบมาระบุเป็นข้อกล่าวอ้างหลักฐาน และแสดงเหตุผล โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างอนุทินของนักเรียน ดังนี้

2.6.1 กำหนดประเด็นที่ต้องการให้นักเรียนบันทึกในอนุทิน

2.6.2 สร้างอนุทินของนักเรียนตามประเด็นที่กำหนด

2.6.3 นำอนุทินที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะคือ ปรับแก้แบบบันทึกอนุทินให้เพื่อให้นักเรียนบันทึกเฉพาะวิธีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2.6.4 นำอนุทินของนักเรียนที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดังที่ได้กล่าวไปแล้วว่า งานวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) ซึ่งแต่ละวงจรปฏิบัติการมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นวางแผนปฏิบัติการ (Plan) 2) ขั้นการปฏิบัติการ (Action) 3) ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe) และ 4) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยดำเนินการเป็นวงจรต่อไปเรื่อย ๆ ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 แผนปฏิบัติงานในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

| วงจร | เครื่องมือ วิจัย | เครื่องมือ สะท้อนผล | กลุ่มเป้าหมาย | การเก็บ รวบรวม | การวิเคราะห์ ข้อมูล |
|-----------------|------------------------------------|---|---|--|--|
| 1 | แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 1-3 | 1) แบบสังเกต พฤติกรรมบ่งชี้ การสร้าง คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | นักเรียนจำนวน 17 คน ที่ มีความสามารถในการ สร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ ระดับดีขึ้นไป | การสังเกต | วิเคราะห์ ข้อมูลเชิง คุณภาพ |
| จบ วงจร 1 | - | 2) แบบทดสอบ วัดความสามารถ ในการสร้าง คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | นักเรียนจำนวน 17 คน ที่ มีความสามารถในการ สร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ ระดับดีขึ้นไป | - การทำ แบบทดสอบ - การบันทึก อนุทิน | - วิเคราะห์ ข้อมูลเชิง ปริมาณ - วิเคราะห์ ข้อมูลเชิง คุณภาพ |
| | | 3) อนุทินของ นักเรียน | เฉพาะนักเรียนที่มี ความสามารถในการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ยังไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป | การ สัมภาษณ์ | วิเคราะห์ ข้อมูลเชิง คุณภาพ |
| 2 | แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 4-6 | 1) แบบสังเกต พฤติกรรมบ่งชี้ การสร้าง คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | นักเรียนที่มีความสามารถ ในการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ยังไม่ผ่าน เกณฑ์ระดับดีขึ้นไป | การสังเกต | วิเคราะห์ ข้อมูลเชิง คุณภาพ |
| จบ วงจร 2 | - | 2) แบบทดสอบ วัดความสามารถ ในการสร้าง คำอธิบายเชิง | นักเรียนที่มีความสามารถ ในการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ยังไม่ผ่าน เกณฑ์ระดับดีขึ้นไป | - การทำ แบบทดสอบ - การบันทึก อนุทิน | - วิเคราะห์ ข้อมูลเชิง ปริมาณ - วิเคราะห์ |

| วงจร | เครื่องมือ วิจัย | เครื่องมือ สะท้อนผล | กลุ่มเป้าหมาย | การเก็บ รวบรวม | การวิเคราะห์ ข้อมูล |
|-----------------|--|---|--|--|--|
| | | วิทยาศาสตร์ 3) อนุทินของ นักเรียน | | | ข้อมูลเชิง คุณภาพ |
| | | 4) แบบ สัมภาษณ์ นักเรียน | เฉพาะนักเรียนที่มี ความสามารถในการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ยังไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป | การ สัมภาษณ์ | วิเคราะห์ ข้อมูลเชิง คุณภาพ |
| 3 | แผนการ จัดการ เรียนรู้ที่ 7-9 | 1) แบบสังเกต พฤติกรรมบ่งชี้ การสร้าง คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | นักเรียนที่มีความสามารถ ในการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ยังไม่ผ่าน เกณฑ์ระดับดีขึ้นไป | การสังเกต | วิเคราะห์ ข้อมูลเชิง คุณภาพ |
| จบ วงจร 3 | | 2) แบบทดสอบ วัดความสามารถ ในการสร้าง คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ 3) อนุทินของ นักเรียน | นักเรียนที่มีความสามารถ ในการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ยังไม่ผ่าน เกณฑ์ระดับดีขึ้นไป | - การทำ แบบทดสอบ - การบันทึก อนุทิน | - วิเคราะห์ ข้อมูลเชิง ปริมาณ - วิเคราะห์ ข้อมูลเชิง คุณภาพ |
| | | 4) แบบ สัมภาษณ์ นักเรียน | เฉพาะนักเรียนที่มี ความสามารถในการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ยังไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป (ถ้าผ่านเกณฑ์ทุกคน หยุดการสัมภาษณ์) | การ สัมภาษณ์ | วิเคราะห์ ข้อมูลเชิง คุณภาพ |

จากตารางที่ 24 ผู้วิจัยได้ระบุรายละเอียดของแผนปฏิบัติงาน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง วงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังต่อไปนี้

1. วงจรปฏิบัติการที่ 1

1.1 ชั้นวางแผนปฏิบัติการ (Plan)

1.1.1 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจสภาพปัญหาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดเป็นกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัย

1.1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรมที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาเป็นนวัตกรรมใช้ในการแก้ปัญหา แล้วทำการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ในภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

1.1.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการวิจัย ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน แบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และอนุทินของนักเรียน

1.2 ชั้นการปฏิบัติการ (Action)

ดำเนินการนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งแผนที่สร้างขึ้นนำมาใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังนี้

แผนที่ 1 เรื่อง การแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์บางชนิด จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนที่ 2 เรื่อง การแลกเปลี่ยนแก๊สของแมลง และสัตว์ปีก จำนวน 1 ชั่วโมง

แผนที่ 3 เรื่อง โครงสร้างปอดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม จำนวน 2 ชั่วโมง

1.3 ชั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe)

โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่บ่งชี้ถึงการมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบมีโครงสร้าง เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยเก็บข้อมูลคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ตามความมุ่งหมายของงานวิจัย โดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และ

ตรวจดูอนุทินของนักเรียน อีกทั้งยังเก็บข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ดำเนินการนำข้อมูลที่ได้จากขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ ได้แก่ การสังเกตโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ การทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน และอนุทินของนักเรียน มาวิเคราะห์และสรุปว่าได้ผลอย่างไร มีปัญหาอย่างไร เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาประกอบในการวางแผนในวงจรปฏิบัติการถัดไป จนกว่าจะบรรลุตามความมุ่งหมายของงานวิจัย

2. วงจรปฏิบัติการที่ 2

2.1 ขั้นวางแผนปฏิบัติการ (Plan)

หลังจากการสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติที่ 1 แล้วนำมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.2 ขั้นการปฏิบัติการ (Action)

ดำเนินการนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งแผนที่สร้างขึ้นนำมาใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังนี้

แผนที่ 4 เรื่อง อวัยวะและโครงสร้างในระบบหายใจของมนุษย์ จำนวน 1 ชั่วโมง

แผนที่ 5 เรื่อง การแลกเปลี่ยนแก๊สและการลำเลียงแก๊สของมนุษย์ จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนที่ 6 เรื่อง การควบคุมการหายใจของมนุษย์ จำนวน 1 ชั่วโมง

2.3 ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe)

โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่บ่งชี้ถึงการมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบมีโครงสร้าง เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยเก็บข้อมูลคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จำนวน 2 ข้อ จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ตามความมุ่งหมายของงานวิจัย โดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และตรวจดูอนุทินของนักเรียน อีกทั้งยังเก็บข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.4 ชั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ดำเนินการนำข้อมูลที่ได้จากชั้นสังเกตผลการปฏิบัติ ได้แก่ การสังเกตโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ การทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน และอนุทินของนักเรียน มาวิเคราะห์และสรุปว่าได้ผลอย่างไร มีปัญหาอย่างไร เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาประกอบในการวางแผนในวงจรปฏิบัติการถัดไป จนกว่าจะบรรลุตามความมุ่งหมายของงานวิจัย

3. วงจรปฏิบัติการที่ 3

3.1 ชั้นวางแผนปฏิบัติการ (Plan)

หลังจากการสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติที่ 2 แล้วนำมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3.2 ชั้นการปฏิบัติการ (Action)

ดำเนินการนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งแผนที่สร้างขึ้นนำมาใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังนี้

แผนที่ 7 เรื่อง ความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับระบบหายใจของมนุษย์ จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนที่ 8 เรื่อง การหายใจเข้าและหายใจออกของมนุษย์ จำนวน 1 ชั่วโมง

แผนที่ 9 เรื่อง ปริมาตรของอากาศในการหายใจเข้าและหายใจออกของมนุษย์ จำนวน 2 ชั่วโมง

3.3 ชั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe)

โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่บ่งชี้ถึงการมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบมีโครงสร้าง เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยเก็บข้อมูลคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ตามความมุ่งหมายของงานวิจัย โดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และตรวจดูอนุทินของนักเรียน อีกทั้งยังเก็บข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ดำเนินการนำข้อมูลที่ได้จากขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ ได้แก่ การสังเกตโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ การทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน และอนุทินของนักเรียน มาวิเคราะห์และสรุปว่าได้ผลอย่างไร มีปัญหาอย่างไร เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาประกอบในการวางแผนในวงจรปฏิบัติการถัดไป จนกว่าจะบรรลุตามความมุ่งหมายของงานวิจัย จึงหยุดวงจรปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการวิจัย 2 อย่างร่วมกัน คือ วิธีการเชิงคุณภาพและการวิจัยเชิงปริมาณ เพื่อช่วยให้บอกความหมายของข้อมูลในเชิงลึกและมีน้ำหนักจากตัวเลขมากขึ้น (วรรณดี สุทธิสารกร, 2563) ซึ่งทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับความมุ่งหมายของงานวิจัย ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

วิเคราะห์จากผลการใช้เครื่องมือ คือ แบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน อนุทินของนักเรียน อีกทั้งยังนำบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบมาวิเคราะห์อีกด้วย ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยเริ่มจากการตีความเพื่ออธิบายความหมายของข้อมูล สรุปข้อมูล จากนั้นรายงานผลในลักษณะการบรรยาย ว่าได้ผลอย่างไร มีปัญหาอย่างไร มีแนวทางในการแก้ไขอย่างไร เพื่อนำไปปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นในวงจรปฏิบัติการถัดไป จนกว่าจะบรรลุตามความมุ่งหมายของงานวิจัยจึงหยุดวงจรปฏิบัติการ

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

วิเคราะห์จากผลการใช้เครื่องมือ คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำคำตอบของนักเรียนมาเทียบเกณฑ์การให้คะแนนที่รับจาก McNeil and Krajcik (2008) และนำมาจำแนกเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคลทั้งหมด 3 ระดับ คือ ระดับดีมาก ดี และควรปรับปรุง (เขมรัฐ จุฑานุกิจ และคณะ, 2561) เพื่อวิเคราะห์และประเมินว่านักเรียนผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

การหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. สถิติพื้นฐาน

2.1 ร้อยละ (Percentage) สามารถใช้สูตรในการคำนวณ (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2564)

$$p = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ p แทน ค่าร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นค่าร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) สามารถใช้สูตรในการคำนวณ (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2564) ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) สามารถใช้สูตรในการคำนวณ (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2564) ดังนี้

ดังนี้

พหุบัณฑิต ชีวะ

$$SD = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน ค่าคะแนน

n แทน จำนวนคะแนนในแต่ละกลุ่ม

Σ แทน ผลรวม



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป ซึ่งมีนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายจำนวน 17 คน ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผล โดยผู้วิจัยได้แบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

1. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ
3. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้และทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 เฉพาะกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับควรปรับปรุงก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ดังแสดงในตารางที่ 25

ตารางที่ 25 คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้

| เลขที่ | คะแนนแต่ละองค์ประกอบ | | | คะแนนรวม (12) | ระดับ ความสามารถ |
|--------|----------------------|-------------|------------------|------------------|---------------------|
| | ข้อกล่าวอ้าง (4) | หลักฐาน (4) | การให้เหตุผล (4) | | |
| 2* | 2 | 1 | 0 | 3 | ควรปรับปรุง |
| 3* | 2 | 1 | 1 | 4 | ควรปรับปรุง |
| 4* | 2 | 0 | 0 | 2 | ควรปรับปรุง |
| 5* | 2 | 1 | 0 | 3 | ควรปรับปรุง |

| เลขที่ | คะแนนแต่ละองค์ประกอบ | | | คะแนนรวม (12) | ระดับ ความสามารถ |
|------------------|----------------------|--------------|------------------|------------------|---------------------|
| | ข้อกล่าวอ้าง (4) | หลักฐาน (4) | การให้เหตุผล (4) | | |
| 6* | 2 | 1 | 0 | 3 | ควรปรับปรุง |
| 10* | 1 | 1 | 0 | 2 | ควรปรับปรุง |
| 11* | 2 | 1 | 1 | 4 | ควรปรับปรุง |
| 12* | 2 | 1 | 0 | 3 | ควรปรับปรุง |
| 13* | 2 | 1 | 1 | 4 | ควรปรับปรุง |
| 14* | 1 | 1 | 0 | 2 | ควรปรับปรุง |
| 15* | 2 | 1 | 0 | 3 | ควรปรับปรุง |
| 24* | 1 | 1 | 1 | 3 | ควรปรับปรุง |
| 25* | 1 | 1 | 0 | 2 | ควรปรับปรุง |
| 26* | 1 | 1 | 1 | 3 | ควรปรับปรุง |
| 29* | 1 | 1 | 0 | 2 | ควรปรับปรุง |
| 31* | 2 | 1 | 0 | 3 | ควรปรับปรุง |
| 32* | 1 | 1 | 0 | 2 | ควรปรับปรุง |
| ค่าเฉลี่ย | 1.59 | 0.94 | 0.29 | 2.82 | ควรปรับปรุง |
| ร้อยละ | 39.71 | 23.53 | 7.35 | 23.53 | |

* หมายถึง นักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับควรปรับปรุง

จากตารางที่ 25 พบว่า ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวนทั้งหมด 17 คน ที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับควรปรับปรุง มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในภาพรวมเท่ากับ 2.82 จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 23.53 ในขณะที่พิจารณาคะแนนเป็นรายด้านที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ รวมด้านละ 4 คะแนนเต็ม พบว่า ความสามารถด้านการระบุข้อกล่าวอ้างของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.59 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 39.71 ความสามารถด้านการระบุหลักฐานมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.94 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 23.53 และ

คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 0.29 คิดเป็นร้อยละ 7.35 จะเห็นได้ว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

1. วงจรปฏิบัติการที่ 1

1.1 ชั้นวางแผน (Plan)

1. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจสภาพปัญหาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดเป็นกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัย พบว่านักเรียนจำนวน 17 คน มีคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ยังไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป ผู้วิจัยจึงเลือกนักเรียนจำนวน 17 คนเป็นกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยครั้งนี้

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรมที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาเป็นนวัตกรรมใช้ในการแก้ปัญหา แล้วทำการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ในภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

3. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการวิจัย ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน แบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และอนุทินของนักเรียน

1.2 ชั้นการปฏิบัติการ (Action)

ดำเนินการนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งแผนที่สร้างขึ้นนำมาใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังนี้

แผนที่ 1 เรื่อง การแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์บางชนิด จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนที่ 2 เรื่อง การแลกเปลี่ยนแก๊สของแมลง และสัตว์ปีก จำนวน 1 ชั่วโมง

แผนที่ 3 เรื่อง โครงสร้างปอดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จำนวน 2 ชั่วโมง

1.3 ชั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe)

ในช่วงที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยใช้เครื่องมือสะท้อนผลการวิจัย ดังนี้

1. แบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบมีโครงสร้าง โดยผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่บ่งชี้ถึงพฤติกรรมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ผลดังนี้

ด้านที่ 1 พฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง นักเรียนจะต้องมีการพูดคุยกัน และมีการเขียนเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง โดยการซักถามความคิดเห็นที่เกิดจากประสบการณ์เดิมที่สอดคล้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับเพื่อนภายในกลุ่ม ซึ่งจากการวิเคราะห์การทำกิจกรรม ทั้งจากการพูดคุยกันของนักเรียน ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสรุปข้อมูลจากการเขียนตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนนวจรปฏิบัติภารกิจที่ 1 พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการในด้านการระบุข้อกล่าวอ้างด้วยการเขียนยืนยันคำตอบของคำถามจากการพูดคุยกัน และการซักถามความคิดเห็นที่เกิดจากประสบการณ์เดิมที่สอดคล้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับเพื่อนภายในกลุ่ม กล่าวคือ ในแผนที่ 1 นักเรียนยังไม่สามารถเขียนระบุข้อกล่าวอ้างได้ตรงคำถาม ส่วนแผนที่ 2 และแผนที่ 3 นักเรียนเริ่มแสดงพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการระบุข้อกล่าวอ้าง นักเรียนสามารถเขียนระบุข้อกล่าวอ้างได้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

แผนที่ 1 เมื่อพิจารณาการพูดคุยกัน และการเขียนระบุข้อกล่าวอ้างในใบกิจกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนยังไม่สามารถเขียนระบุข้อกล่าวอ้างได้ตรงคำถาม และเขียนระบุข้อควรคำนึงถึงสังคมยังไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง อีกทั้งยังเขียนระบุเรื่องที่จะเรียนยังไม่ชัดเจนว่าประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยกำหนดมีความเกี่ยวข้องกับเรื่องใดในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบหายใจ ผู้วิจัยจะต้องคอยชี้แนะแนวทางนักเรียนในระหว่างที่ทำกิจกรรมบ่อยครั้ง ดังตัวอย่างคำพูดของนักเรียนต่อไปนี้

“...ข้อกล่าวอ้างพวกเราจะตอบว่าไงอะ ประเด็นนี้เราไม่เคยเจอในชีวิตจริงเลย อีกอย่างประเด็นของอาจารย์ก็มีแต่ตัวหนังสือไม่ยกอ่านเลย น่าเบื่ออะ” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 14, 31 มกราคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เราตอบแบบนี้ไหม ปรากฏการณ์ซีปลาวาฟส่งผลเสีย เพราะสิ่งมีชีวิตเขาก็ต้องการ O_2 ไปใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส แต่ปรากฏการณ์ซีปลาวาฟก็ส่งผลให้ O_2 ลดลง” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 31, 31 มกราคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เราจะเขียนข้อควรคำนึงถึงสังคมแบบไหนอะ งงว่าเราต้องคำนึงถึงสังคมของคนหรือสังคมของสัตว์” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 15, 31 มกราคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...ปรากฏการณ์ขี้ปลาวาฬจะเกี่ยวข้องกับหัวข้อไหนในเรื่อง ระบบหายใจบ้างอะเพื่อน” (สมาชิกกลุ่ม 6 เลขที่ 25, 31 มกราคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 2 เมื่อพิจารณาการพูดคุยกัน และการเขียนระบุข้อกล่าวอ้างในใบกิจกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนเริ่มแสดงพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการระบุข้อกล่าวอ้าง นักเรียนสามารถเขียน ระบุข้อกล่าวอ้างได้ตรงคำถาม และเขียนระบุข้อควรคำนึงถึงสังคมเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างชัดเจน แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาที่จะเรียนได้ กล่าวคือ นักเรียนเขียนระบุเรื่องที่จะเรียนกว้างเกินไปไม่อยู่ภายใต้ขอบเขตเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบหายใจ ซึ่งยังต้องได้รับคำคอยชี้แนะแนวทางจากผู้วิจัยบ่อยครั้ง ดังตัวอย่างคำพูดของนักเรียนต่อไปนี้

“...จากที่อ่านบทความข้อกล่าวอ้างของประเด็นนี้ก็น่าจะเขียนตอบว่า การเผาไร่ข้าวโพดทั้งในไทยและประเทศเพื่อนบ้านส่งผลให้การแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตลดลงนะ” (สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 2, 1 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...ถ้าตอบว่า การเผาไร่ข้าวโพดทั้งในไทยและประเทศเพื่อนบ้านส่งผลให้การแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตลดลง ข้อควรคำนึงถึงสังคมที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างก็คือ มลพิษ PM 2.5 น่าจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพความเป็นอยู่ของคนในสังคมโดยตรงเลยนะ” (สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 5, 1 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เราว่าประเด็นนี้เกี่ยวกับเรื่อง กระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานและแก๊สต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการหายใจอะ” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 14, 1 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 3 เมื่อพิจารณาการพูดคุยกัน และการเขียนระบุข้อกล่าวอ้างในใบกิจกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการระบุข้อกล่าวอ้าง นักเรียนสามารถเขียน ระบุข้อกล่าวอ้างได้ตรงคำถาม และเขียนระบุข้อควรคำนึงถึงสังคมเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างชัดเจน แต่นักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาที่จะเรียนได้ กล่าวคือ นักเรียนเขียนระบุเรื่องที่จะเรียนกว้างเกินไปไม่อยู่ภายใต้ขอบเขตเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบหายใจ ซึ่งยังต้องได้รับคำคอยชี้แนะแนวทางจากผู้วิจัยอย่างสม่ำเสมอ ดังตัวอย่างคำพูดของนักเรียนต่อไปนี้

“...ประเด็นนี้เราขอไม่เห็นด้วยนะที่จะใส่หน้ากากอนามัยให้หมาแมว” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 29, 7 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...ข้อควรคำนึงถึงสังคมเราก็ตอบประมาณว่า หมาแมวโดยธรรมชาติถ้าใส่หน้ากากให้มันจะไม่ทนอยู่ได้แน่นอน เหมือนไปบังคับมันอะ” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 15, 7 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เรื่องที่เกี่ยวข้องก็คงเกี่ยวกับ การป้องกันสัตว์เลื้อยจากฝุ่น PM 2.5” (สมาชิกกลุ่ม 6 เลขที่ 10, 7 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

1. เมื่อนักเรียนอ่านบทความเสร็จแล้ว ให้นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้าง นักเรียนคิดว่า การเกิดปรากฏการณ์ซีบลาวาจะส่งผลดีหรือผลเสียต่อการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิต

การปนเปื้อนของ CO₂ ในอากาศ เกิด ผลเสีย ต่อ ระบบนิเวศ ซึ่ง ปรากฏที่
มีระดับ CO₂ ในอากาศ สูงเกินไป

2. ให้นักเรียนระบุข้อควรคำนึงถึงสังคมจากที่นักเรียนได้ระบุข้อกล่าวอ้างไปแล้ว นักเรียนมีข้อควรคำนึงถึงสังคมใดบ้างที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน

การ ปลูกต้นไม้เพื่อ ปลูกต้นไม้ ปลูกต้นไม้ มากมาย
และ ปลูก ต้นไม้ ระบบ ผลิต ออก

3. ประเด็น “ปรากฏการณ์ซีบลาวาต่อการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิต” มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องใดบ้างในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ

การ แลก เปลี่ยน แก๊ส ใน ระบบ หายใจ ที่ ต้อง ใช้ เครื่อง
การ แลก เปลี่ยน แก๊ส O₂

ภาพที่ 2 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุข้อกล่าวอ้างในวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังไม่สามารถเขียนระบุข้อกล่าวอ้างได้ ตรงคำถาม กล่าวคือ นักเรียนมีการเขียนอธิบายข้อความอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับคำถามเข้าไปเพิ่ม และเขียนระบุข้อควรคำนึงถึงสังคมยังไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง อีกทั้งยังไม่สามารถเชื่อมโยงประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาที่จะเรียนได้ กล่าวคือ นักเรียนเขียนระบุเรื่องที่จะเรียนบางเรื่องไม่อยู่ภายใต้ขอบเขตเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบหายใจ ทั้งนี้เป็นเพราะประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยหยิบยกขึ้นมามีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะเรียนหลากหลายเกินไป และเป็นเรื่องที่ไกลตัวนักเรียน อีกทั้งนักเรียนไม่สนใจอ่านบทความเนื่องจากมีตัวหนังสือเยอะเกินไป ซึ่งจะส่งผลต่อการเขียนระบุข้อกล่าวอ้าง การเลือกใช้หลักฐาน และการให้เหตุผลของนักเรียนเป็นลำดับ

ด้านที่ 2 พฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านการระบุหลักฐาน นักเรียนจะต้องมีการสืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ พุดคุยกันเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาเขียนระบุเป็นหลักฐานเพื่อใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งจากการวิเคราะห์การทำกิจกรรมทั้งจากการพุดคุยกันของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสรุปข้อมูลจากการเขียนตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนยังไม่มีพัฒนาการในการระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง กล่าวคือ ในแผนที่ 1, 2 และ 3 นักเรียนมีปัญหาในการระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เป็นผลมาจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยหยิบยกขึ้นมา มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะเรียนหลากหลายเกินไป และยังเป็นเรื่องที่ไกลตัวนักเรียน นักเรียนไม่คุ้นชินทำให้เกิดความสับสนตามมา และทำให้วิเคราะห์ประเด็นยังไม่ได้ อีกทั้งยังเป็นผลมาจากการที่นักเรียนยังไม่สามารถเขียนระบุข้อกล่าวอ้างได้ตรงคำถาม ในบางแผน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

แผนที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า จากการที่นักเรียนมีการเขียนระบุข้อกล่าวอ้างไม่ตรงคำถาม และระบุเรื่องที่จะเรียนกว้างเกินไป ส่งผลให้นักเรียนไม่ทราบว่าตนเองจะต้องสืบค้นโดยใช้คำสำคัญใดบ้าง กล่าวคือ นักเรียนยังไม่แสดงพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการใช้หลักฐาน ผู้วิจัยจะต้องเน้นย้ำให้นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างให้ตรงคำถาม และคอยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดมากขึ้น ดังตัวอย่างคำพูดของนักเรียนต่อไปนี้

“...เราจะหาหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างยังไงอะ” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 12, 31 มกราคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เราจะใช้คำสืบค้นยังไงเพื่อน” (สมาชิกกลุ่ม 4 เลขที่ 11, 31 มกราคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...สืบสนอะ ไม่รู้จะสืบค้นยังไง ประเด็นอาจารย์ยากมาก และเราไม่คุ้นเลย” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 31, 31 มกราคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 2 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีการเขียนระบุข้อกล่าวอ้างตรงคำถาม แต่ระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างยังไม่ได้ ซึ่งเป็นผลมาจากนักเรียนระบุเรื่องที่จะเรียนกว้างเกินไป ส่งผลให้คำสำคัญที่ใช้สืบค้นมีหลากหลาย อีกทั้งมีนักเรียนบางคนไม่ให้ความร่วมมือที่จะสืบค้นหาหลักฐานมาพุดคุยแลกเปลี่ยนกับเพื่อนภายในกลุ่ม ผู้วิจัยจะต้องคอยแนะแนวทางให้นักเรียนระบุเรื่องที่จะเรียนให้แคบลง และคอยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันสืบค้นข้อมูล และพุดคุยเกี่ยวกับหลักฐานที่สืบค้นมาได้ ดังตัวอย่างคำพูดของนักเรียนต่อไปนี้

“...หลักฐานที่เราสืบค้นมาได้ไม่เหมือนกับเพื่อนคนอื่นเลยอะ” (สมาชิกกลุ่ม 6 เลขที่ 10, 1 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...จะนำหลักฐานไหนดีมาสืบสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง” (สมาชิกกลุ่ม 4 เลขที่ 11, 1 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เพื่อนช่วยกันสืบค้น ช่วยกันคิดได้ไหมอะ พวกเราก็น้อยนะ”

(สมาชิกกลุ่ม 6 เลขที่ 25, 1 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 3 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนแสดงพฤติกรรมการระบุหลักฐานไม่ต่างจากแผนที่ 2 กล่าวคือ นักเรียนมีการเขียนระบุข้อกล่าวอ้างตรงคำถาม แต่ระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างยังไม่ได้ ซึ่งเป็นผลมาจากนักเรียนระบุเรื่องที่จะเรียนกว้างเกินไป ส่งผลให้คำสำคัญที่ใช้สืบค้นมีหลากหลาย อีกทั้งมีนักเรียนบางคนไม่ให้ความร่วมมือที่จะสืบค้นหาหลักฐานมาพูดคุย แลกเปลี่ยนกับเพื่อนภายในกลุ่ม ผู้วิจัยต้องคอยแนะแนวทางให้นักเรียนระบุเรื่องที่จะเรียนให้แคบลง และคอยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันสืบค้นข้อมูล และพูดคุยเกี่ยวกับหลักฐานที่สืบค้นมาได้ ดังตัวอย่างคำพูดของนักเรียนต่อไปนี้

“...สิ่งเราสืบค้นมาเกี่ยวเรื่องที่จะเรียนไหมอะ” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 3, 7 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...น่าจะขึ้นอยู่กับว่า หลักฐานที่เราสืบค้นมาสืบสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้รึป่าว” (สมาชิกกลุ่ม 4 เลขที่ 11, 7 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เพื่อนเราก็น้อยนะ ช่วยกันหน่อย” (สมาชิกกลุ่ม 6 เลขที่ 25, 7 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

4. ให้นักเรียนระบุหลักฐานที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน

โลกที่ร้อนขึ้น ส่งผลให้ สัตว์บาง สัตว์บาง พืชบาง สัตว์บาง มีมลพิษ
 อากาศ จาก อุณหภูมิ ที่สูงเกินไป สมองขึ้น เนื้อห้ กลาง เป็น
 แมลงบาง มี แสง ใน การ มี พืช อะ ไร ใน การ สังเคราะห์ กลางเป็น O₂
 ใน พืช ให้ สัตว์ นานะ

ภาพที่ 3 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุหลักฐานในวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพที่ 3 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังไม่สามารถ เขียนระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ และหลักฐานที่สืบค้นได้ยังไม่อยู่ในขอบเขตของเรื่องที่จะเรียน

ด้านที่ 3 พฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านการระบุเหตุผล นักเรียนจะต้องมีการพูดคุยกันภายในกลุ่ม แล้วนำหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาเขียนให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน ซึ่งจากการวิเคราะห์การทำกิจกรรมทั้งจากการพูดคุยกันของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสรุปข้อมูลจากการเขียนตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนยังไม่มีพัฒนาการในการระบุเหตุผล กล่าวคือ ในแผนที่ 1, 2 และ 3 นักเรียนมีปัญหาในการระบุเหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน เป็นผลมาจากการที่นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างยังไม่ตรงคำถาม หรือระบุข้อกล่าวอ้างได้แต่ระบุเรื่องที่จะเรียนกว้างไป คำสำคัญที่ใช้สืบค้นมีหลากหลาย ไม่ค่อยพูดคุยกันทำให้เขียนระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างยังไม่ได้ อีกทั้งเป็นเพราะนักเรียนยังไม่เข้าใจว่าจะต้องเขียนระบุเหตุผลอย่างไร ส่งผลให้เมื่อนักเรียนออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียน นักเรียนพูดหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานไม่สมเหตุสมผล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

แผนที่ 1 แสดงตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...เขียนหลักฐานกึ่งแล้วนะ มาเขียนเหตุผลกึ่งเข้าไปใหญ่” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 14, 31 มกราคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เราจะออกไปพูดนำเสนออย่างไรอะ” (สมาชิกกลุ่ม 4 เลขที่ 11, 31 มกราคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 2 แสดงตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...หลักการทางวิทยาศาสตร์คืออะไรอะ” (สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 4, 1 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เราก็ไม่แน่ใจเหมือนกัน แต่คิดว่าหลักทางวิทยาศาสตร์น่าจะเป็นเนื้อหาในหนังสือเรียนเรา” (สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 6, 1 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 3 แสดงตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...ต้องเขียนให้เหตุผลยังไงอะเพื่อน ช่วยกันคิดหน่อย” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 15, 7 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เวลาใกล้จะหมดแล้ว กลุ่มเราออกไปพูดนำเสนอตามที่เราเข้าใจไหม” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 13, 7 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

5. ให้นักเรียนระบุเหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นดังกล่าว และเกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน

แสงที่ดูมืด ทำใน มี 6 ก้อน ใต้น้ำ ๑๒ ก้อน
ได้ ร้อน ลึกลง ๑๒ ก้อน ๑๒ ก้อน ๑๒ ก้อน ๑๒ ก้อน

ภาพที่ 4 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุเหตุผลในวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังไม่สามารถเขียนระบุเหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้ กล่าวคือ นักเรียนยังไม่สามารถนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายเป็นเหตุผลเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานสัมพันธ์กันได้

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งเป็นแบบอัตนัยจำนวน 2 ข้อ ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ผล ดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

| เลขที่ | คะแนนแต่ละองค์ประกอบ | | | คะแนนรวม (12) | ระดับความสามารถ |
|--------|----------------------|-------------|------------------|---------------|-----------------|
| | ข้อกล่าวอ้าง (4) | หลักฐาน (4) | การให้เหตุผล (4) | | |
| 2* | 3 | 1 | 0 | 4 | ควรปรับปรุง |
| 3* | 2 | 1 | 1 | 4 | ควรปรับปรุง |
| 4* | 3 | 0 | 0 | 3 | ควรปรับปรุง |
| 5* | 3 | 1 | 0 | 4 | ควรปรับปรุง |
| 6* | 3 | 1 | 0 | 4 | ควรปรับปรุง |
| 10* | 3 | 1 | 0 | 4 | ควรปรับปรุง |
| 11* | 2 | 1 | 1 | 4 | ควรปรับปรุง |

| เลขที่ | คะแนนแต่ละองค์ประกอบ | | | คะแนน รวม (12) | ระดับ ความสามารถ |
|---------------|----------------------|--------------|------------------|-------------------|---------------------|
| | ข้อกล่าวอ้าง (4) | หลักฐาน (4) | การให้เหตุผล (4) | | |
| 12* | 3 | 1 | 0 | 4 | ควรปรับปรุง |
| 13* | 2 | 1 | 1 | 4 | ควรปรับปรุง |
| 14* | 2 | 1 | 0 | 3 | ควรปรับปรุง |
| 15* | 3 | 1 | 0 | 4 | ควรปรับปรุง |
| 24* | 2 | 1 | 1 | 4 | ควรปรับปรุง |
| 25* | 3 | 1 | 0 | 4 | ควรปรับปรุง |
| 26* | 2 | 1 | 1 | 4 | ควรปรับปรุง |
| 29* | 3 | 1 | 0 | 4 | ควรปรับปรุง |
| 31* | 3 | 1 | 0 | 4 | ควรปรับปรุง |
| 32* | 2 | 1 | 0 | 3 | ควรปรับปรุง |
| เฉลี่ย | 2.59 | 0.94 | 0.29 | 3.82 | ควรปรับปรุง |
| ร้อยละ | 64.71 | 23.53 | 7.35 | 31.86 | |

* หมายถึง นักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับควรปรับปรุง

จากตารางที่ 26 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายยังไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป จำนวน 17 คน กล่าวคือ ในวงจรถูกปฏิบัติที่ 1 ยังไม่มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไปทุกคน เมื่อพิจารณาคะแนนเป็นองค์รวมของนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รวมเฉลี่ยเท่ากับ 3.82 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 31.86 ในขณะที่พิจารณาคะแนนเป็นรายด้านที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ รวมด้านละ 4 คะแนนเต็ม พบว่า ความสามารถด้านการระบุข้อกล่าวอ้างของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.59 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.71 ความสามารถด้านการระบุหลักฐานมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.94 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 23.53 และคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.29 คิดเป็นร้อยละ 7.35 จะเห็นได้ว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ซึ่งจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังต่อไปนี้

1. จากสถานการณ์ ฝุ่นละออง PM 2.5 จะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนแก๊สของนกอย่างไร (ระบุข้อกล่าวอ้าง)

..... กระทบต่อประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนแก๊สของนกลดลง

ภาพที่ 5 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุข้อกล่าวอ้างหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่า การตอบคำถามของนักเรียนด้านการระบุข้อกล่าวอ้างนั้น เมื่อนักเรียนพิจารณาสถานการณ์ในแบบทดสอบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ทำวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนสามารถเขียนระบุข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ถูกต้องและสมบูรณ์ ซึ่งนักเรียนได้ 2 คะแนน ดังเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทำวงจรปฏิบัติการที่ 1 ข้อที่ 2 ในภาคผนวก ข

คิดไว้
2. อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้น (ระบุหลักฐาน)
..... จากบทความเบื้องต้น มีการหายใจเข้าออกที่แตกต่างจากสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม

ภาพที่ 6 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุหลักฐานหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพที่ 6 แสดงให้เห็นว่า การตอบคำถามของนักเรียนด้านการระบุหลักฐานนั้น เมื่อนักเรียนพิจารณาสถานการณ์ในแบบทดสอบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ทำวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีการเขียนระบุหลักฐานกว้างไป กล่าวคือ นักเรียนเขียนแสดงหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ แต่ยังไม่เพียงพอ ซึ่งนักเรียนได้ 1 คะแนน ดังเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทำวงจรปฏิบัติการที่ 1 ข้อที่ 2 ในภาคผนวก ข

3. นักเรียนมีเหตุผลอย่างไร ว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (การให้เหตุผล)

การเปลี่ยนแปลงแก๊สเหลว คือ หายใจนำลมเข้าไปไว้ที่ถุงลมก่อนที่จะปล่อยลม
ผ่านเข้าไปในปอด ลักษณะการหายใจแบบนี้ไม่ได้แลกเปลี่ยนอากาศโดยตรงแบบทันที
ทันใดทำให้มลพิษที่เข้าไปพร้อมอากาศถูกเก็บไว้ในร่างกายมาก และอวัยวะได้รับผลกระทบ
มาก

ภาพที่ 7 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการให้เหตุผลหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพที่ 7 แสดงให้เห็นว่า การตอบคำถามของนักเรียนด้านการให้เหตุผล
นั้น เมื่อนักเรียนพิจารณาสถานการณ์ในแบบทดสอบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ท้ายวงจร
ปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีการเขียนให้เหตุผลที่ไม่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง
โดยมีการอ้างอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนได้ 0 คะแนน ดังเกณฑ์การให้คะแนนการสร้าง
คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1 ข้อที่ 2 ในภาคผนวก ข

3. แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับวิธีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นแบบ
กึ่งโครงสร้าง โดยสัมภาษณ์ความเห็นของนักเรียนกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์โดยใช้
หัวข้อในการสัมภาษณ์ 3 หัวข้อ ได้แก่ การระบุข้อกล่าวอ้าง การระบุหลักฐาน และการให้เหตุผล
ผู้วิจัยสรุปข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ดังนี้

1) สัมภาษณ์นักเรียนในหัวข้อการระบุข้อกล่าวอ้าง พบว่า นักเรียนมีวิธีการระบุ
ข้อกล่าวอ้างจากการอ่านบทความที่ผู้วิจัยกำหนดให้ โดยการอ่านหาข้อมูลที่เป็นความจริงเพื่อ
ประกอบการวิเคราะห์ประเด็นอย่างถี่ถ้วน อีกทั้งนักเรียนยังคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นหลังจากที่
นักเรียนแสดงจุดยืนหรือระบุข้อกล่าวอ้างไปแล้วว่าจะส่งผลดีหรือผลเสียต่อสิ่งใดบ้าง ซึ่งส่งผลให้
นักเรียนเริ่มมีพัฒนาการในการระบุข้อกล่าวอ้าง ดังตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียน

“...สำหรับวิธีการระบุข้อกล่าวอ้างของหนูนะค่ะ หนูจะอ่านหาข้อมูลที่เป็น
ความจริงเพื่อประกอบการวิเคราะห์ประเด็นค่ะ” (นักเรียนเลขที่ 32, 9 กุมภาพันธ์ 2566: สัมภาษณ์)

“...ผมจะคิดถึงผลที่เกิดขึ้น และผมก็จะมองถึงผลกระทบว่าจะดีต่อใคร และ
ไม่ดีต่อใครครับ” (นักเรียนเลขที่ 24, 9 กุมภาพันธ์ 2566: สัมภาษณ์)

2) สัมภาษณ์นักเรียนในหัวข้อการระบุหลักฐาน พบว่า นักเรียนบางส่วนมีวิธีการ
ระบุหลักฐานได้จากความคิดของตนเอง นักเรียนบางส่วนมีวิธีการระบุหลักฐานได้จากการสืบค้นข้อมูล
จากอินเทอร์เน็ตและหนังสือเรียนที่มีความน่าเชื่อถือ มีแหล่งอ้างอิงที่ชัดเจน แต่นักเรียนก็ยังไม่เกิด
พัฒนาการในการระบุหลักฐาน เป็นผลมาจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัย

หยาบยกขึ้นมา มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะเรียนหลากหลายเกินไป และยังเป็นเรื่องที่ไกลตัวนักเรียน ทำให้นักเรียนไม่รู้ว่าจะใช้คำสำคัญได้บ้างในการสืบค้น ประกอบนักเรียนไม่คุ้นชินกับขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ และยังไม่เข้าใจว่าหลักฐานแตกต่างจากความคิดอย่างไร ดังตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียน

“...ผมเขียนหลักฐานตามความคิดของผมเลยครับ” (นักเรียนเลขที่ 24, 9 กุมภาพันธ์ 2566: สัมภาษณ์)

“...หนูยึดตามหนังสือที่ผ่านมาตรฐานเป็นหลัก และสืบค้นข้อมูลในอินเทอร์เน็ตที่น่าเชื่อถือได้ค่ะ” (นักเรียนเลขที่ 26, 9 กุมภาพันธ์ 2566: สัมภาษณ์)

“...หนูไม่ชินกับการเรียนแบบนี้เลยคะ พอหนูระบุข้อกล่าวอ้างเสร็จไปต่อไม่เป็นเลยคะ” (นักเรียนเลขที่ 31, 9 กุมภาพันธ์ 2566: สัมภาษณ์)

3) สัมภาษณ์นักเรียนในหัวข้อการให้เหตุผล พบว่า นักเรียนมีวิธีการให้เหตุผลจากการตั้งสมมติฐาน ยึดแนวคิดและประสบการณ์เดิมของตนเอง ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนยังไม่เกิดพัฒนาการในการให้เหตุผลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน กล่าวคือ นักเรียนยังเข้าใจคลาดเคลื่อนระหว่างคำว่า “วิธีการทางวิทยาศาสตร์” กับคำว่า “หลักการทางวิทยาศาสตร์” ว่าแตกต่างกันอย่างไร ทำให้นักเรียนใช้การตั้งสมมติฐาน และความคิดของตนเองให้เหตุผลแทนที่จะใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียน

“...ผมได้จากแนวคิดและประสบการณ์ ว่าถ้าเกิดสิ่งนี้แล้วจะเกิดอะไรขึ้นตามมา และจะดูความรู้สึกของผมที่ได้รับผลด้วยครับ” (นักเรียนเลขที่ 24, 9 กุมภาพันธ์ 2566: สัมภาษณ์)

“...หนูได้จากหลักการที่เคยเรียนมา ไม่ว่าจะเป็นเรื่องการตั้งสมมติฐานหรือการทดลองมาปรับใช้กับแนวความคิดของหนูคะ” (นักเรียนเลขที่ 26, 9 กุมภาพันธ์ 2566: สัมภาษณ์)

“...เหตุผลของหนูได้มาจากการตั้งสมมติฐานคะ” (นักเรียนเลขที่ 29, 9 กุมภาพันธ์ 2566: สัมภาษณ์)

4. แบบบันทึกอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน ใช้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยให้นักเรียนสะท้อนความคิดหลังการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ว่าตัวนักเรียนเองมีวิธีการระบุข้อกล่าวอ้าง ระบุหลักฐาน และให้เหตุผลมาได้อย่างไร โดยแสดงตัวอย่างคำตอบนักเรียน ดังนี้

1) อนุทินของนักเรียนด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง จากการวิเคราะห์คำตอบในอนุทินของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีวิธีการระบุข้อกล่าวอ้างเพื่อแสดงจุดยืนของตนจากการคิด

วิเคราะห์ข้อมูลในบทความที่ผู้วิจัยกำหนดให้ คิดตามข้อเท็จจริงและมีแนวความคิดที่สอดคล้องกับข้อมูลที่สืบค้นเพิ่มเติม จากนั้นจึงตัดสินใจเขียนตอบข้อกล่าวอ้างลงในแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ ดังตัวอย่างคำตอบอนุทินของนักเรียนในภาพที่ 8

เมื่อนักเรียนต้องระบุข้อกล่าวอ้างเพื่อแสดงจุดยืนของตนเอง นักเรียนมีวิธีการวิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อระบุเป็นข้อกล่าวอ้างได้อย่างไร

พิจารณาตามบริบทของข่าว จาก ข่าว จอมพล เปรม ติณสูลานนท์ 11 พฤศจิกายน 2562
 ตามข้อกล่าวอ้างในข่าว โสภณิณี สุธรรมพงษ์ และ กอบจวง จันทร์สมุทร

ภาพที่ 8 ตัวอย่างคำตอบอนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง วงจรปฏิบัติการที่ 1

2) อนุทินของนักเรียนด้านการระบุหลักฐาน จากการวิเคราะห์คำตอบในอนุทินของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีวิธีการระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างจากการใช้ความรู้เดิมและที่ได้จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยให้อ่านศึกษาในรูปแบบบทความและระบุหลักฐานโดยยึดความคิดของตนเองเป็นหลัก ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการที่นักเรียนให้น้ำหนักความคิดของตนเองมากกว่าหลักฐาน จะส่งผลให้นักเรียนระบุหลักฐานไม่ได้ ดังตัวอย่างคำตอบอนุทินของนักเรียนในภาพที่ 9

เมื่อนักเรียนต้องระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง นักเรียนมีวิธีการสืบค้นข้อมูล หรือสำรวจตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถืออย่างไร

คิดตาม ความรู้ ท.ค.ม. และได้ อ่างห้วย มาบทความ และ
 วิเคราะห์ ว่า ถูก หรือไม่ ตาม ความคิดตัวเอง

ภาพที่ 9 ตัวอย่างคำตอบอนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุหลักฐาน วงจรปฏิบัติการที่ 1

3) อนุทินของนักเรียนด้านการให้เหตุผล จากการวิเคราะห์คำตอบในอนุทินของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีวิธีการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานจากการใช้ประสบการณ์ที่เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน และการทดลอง เป็นต้น ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนยังไม่สามารถเข้าใจที่จะนำเอาหลักการทางวิทยาศาสตร์มาให้เหตุผลเพื่อ

เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานให้เป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ดังตัวอย่างคำตอบ
อนุทินของนักเรียนในภาพที่ 10

เมื่อนักเรียนต้องให้เหตุผล นักเรียนมีวิธีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยง
ระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้อย่างไร

ผู้เรียนตอบว่า...
ข้อสมมติฐานที่ 1 คือ...
ข้อสมมติฐานที่ 2 คือ...

ภาพที่ 10 ตัวอย่างคำตอบอนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการให้เหตุผล วงจรปฏิบัติการที่ 1

1.4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบ
สัมภาษณ์นักเรียน และอนุทินของนักเรียน ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาว่ามีปัญหาอย่างไร เพื่อนำมาสู่การ
กำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหา แล้วนำไปพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2
ต่อไป ดังตารางที่ 27 ปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และแนวทางการแก้ไขปัญหา

ตารางที่ 27 ปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และแนวทางการแก้ไขปัญหา

| ปัญหาที่พบ | แนวทางในการแก้ไขปัญหา |
|---|--|
| 1. ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในการวิจัยยังมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะ เรียนหลากหลายเกินไป และยังเป็นเรื่องที่ไกลตัว นักเรียน เป็นผลให้นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ ประเด็นเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องที่จะเรียนได้ กล่าวคือ นักเรียนเขียนระบุเรื่องที่จะเรียนไม่อยู่ ภายใต้ขอบเขตเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบหายใจ รวมทั้งทำให้นักเรียนระบุข้อกล่าว อ้างไม่ตรงคำถาม ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อเนื่องไปถึงการ ระบุหลักฐาน และการให้เหตุผลของนักเรียน | 1. ผู้วิจัยควรคัดสรรประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้อง กับวิทยาศาสตร์ที่มีความใกล้เคียงกับบริบทใน ชีวิตประจำวันของนักเรียน และที่สามารถรับรู้ จากสื่อต่าง ๆ ได้ 2. ผู้วิจัยถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิด วิเคราะห์บ่อย ๆ |
| 2. นักเรียนไม่ค่อยสนใจอ่านประเด็นทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในบทความเนื่องจากมี | ผู้วิจัยปรับบทความให้กระชับมากขึ้น และหา คลิปวิดีโอที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้อง |

| ปัญหาที่พบ | แนวทางในการแก้ไขปัญหา |
|---|---|
| ตัวหนังสือเยอะเก๋นไป | กับวิทยาศาสตร์นั้น ๆ มาแทรกในบทความเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจศึกษาบทความ |
| 3. นักเรียนบางคนไม่ให้ความร่วมมือที่จะสืบค้นหาหลักฐานมาพูดคุยแลกเปลี่ยนกับเพื่อนภายในกลุ่ม | ผู้วิจัยคอยพูดกระตุ้นให้นักเรียนช่วยเพื่อนสืบค้นหาหลักฐานมาพูดคุยแลกเปลี่ยนกับเพื่อนภายในกลุ่มอย่างสม่ำเสมอ |
| 4. นักเรียนใช้ความคิดของตนเองในการเขียนระบุหลักฐานและการให้เหตุผล และนักเรียนยังเข้าใจคำว่า “หลักการทางวิทยาศาสตร์” คลาดเคลื่อน | ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันวิพากษ์วิจารณ์คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยนำมาเป็นตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบให้เห็นถึงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีและไม่ดี เพื่อให้นักเรียนจำแนกและบอกได้ว่าตัวอย่างคำอธิบายมีจุดแข็งอย่างไร เช่น การให้เหตุผลที่แสดงให้เห็นว่าหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือนักเรียนสามารถอธิบายการแก้ไขจุดอ่อนของตัวอย่าง เช่น การใช้ความคิดเห็นเป็นหลักฐาน เป็นต้น |



2. วงจรปฏิบัติการที่ 2

2.1 ชั้นวางแผน (Plan)

เมื่อสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติที่ 1 เสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญตั้งแต่การเลือกสรรประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ให้ความใกล้เคียงกับบริบทในชีวิตประจำวันของนักเรียน ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมในระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ห้อย ๆ เพื่อให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องที่จะเรียนได้ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเขียนระบุเรื่องที่จะเรียนให้อยู่ภายใต้ขอบเขตเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบหายใจ รวมทั้งทำให้นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างได้ตรงคำถาม ซึ่งจะส่งผลต่อเนื่องไปถึงการระบุหลักฐาน และการให้เหตุผลของนักเรียน นอกจากนี้ผู้วิจัยต้องปรับบทความให้กระชับมากขึ้น และหาคลิปวิดีโอที่เกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้น ๆ มาแทรกในบทความเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจอ่านบทความ คอยพูดกระตุ้นให้นักเรียนช่วยเพื่อนสืบค้นหาหลักฐานมาพูดคุยแลกเปลี่ยนกับเพื่อนภายในกลุ่มอย่างสม่ำเสมอ คอยพูดเน้นย้ำให้นักเรียนใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่น่าเชื่อถือและใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ให้เหตุผลแทนการใช้ความคิดเห็นของตนเอง และยกตัวอย่างหลักการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนฟังหลาย ๆ ตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในคำว่า “หลักการทางวิทยาศาสตร์” มากยิ่งขึ้น รวมทั้งใช้กลยุทธ์แสดงตัวอย่างและวิเคราะห์คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อีกด้วย

2.2 ชั้นการปฏิบัติการ (Action)

ดำเนินการนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาแล้วไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งแผนที่สร้างขึ้นนำมาใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีดังนี้

แผนที่ 4 เรื่อง อวัยวะและโครงสร้างในระบบหายใจของมนุษย์ จำนวน 1 ชั่วโมง

แผนที่ 5 เรื่อง การแลกเปลี่ยนแก๊สและการลำเลียงแก๊สของมนุษย์ จำนวน 2

ชั่วโมง

แผนที่ 6 เรื่อง การควบคุมการหายใจของมนุษย์ จำนวน 1 ชั่วโมง

2.3 ชั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe)

ในช่วงที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-6 ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยใช้เครื่องมือสะท้อนผลการวิจัยดังนี้

1. แบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบมีโครงสร้าง โดยผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่บ่งชี้ถึงพฤติกรรมการมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ผลดังนี้

ด้านที่ 1 พฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง นักเรียนจะต้องมีการพูดคุยกัน และมีการเขียนเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง โดยการซักถามความคิดเห็นที่เกิดจากประสบการณ์เดิมที่สอดคล้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับเพื่อนภายในกลุ่ม ซึ่งจากการวิเคราะห์การทำกิจกรรมทั้งจากการพูดคุยกันของนักเรียน ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสรุปข้อมูลจากการเขียนตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า ทุกแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างด้วยการเขียนยืนยันคำตอบของคำถามจากการพูดคุยกัน และการซักถามความคิดเห็นที่เกิดจากประสบการณ์เดิมที่สอดคล้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับเพื่อนภายในกลุ่ม กล่าวคือ นักเรียนสามารถเขียนระบุข้อกล่าวอ้างได้ตรงคำถาม และเขียนระบุข้อควรคำนึงถึงสังคมเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างชัดเจน และสามารถเชื่อมโยงประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาที่จะเรียนได้ ซึ่งนักเรียนเขียนระบุเรื่องที่เรียนอยู่ภายใต้ขอบเขตเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบหายใจ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

แผนที่ 4 แสดงตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...จากที่เราอ่านบทความ เราคิดว่า เราเห็นด้วยกับการคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลนะ เพื่อนละมีความคิดเห็นยังไงบ้าง” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 13, 14 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เราก็เห็นด้วยเช่นกัน (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 12, 14 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...ที่เราเห็นด้วยเราคำนึงถึงสังคมที่อยู่ใกล้เคียงกับโรงงาน เพราะการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลจะทำให้เกิดผลเสียต่อทางเดินหายใจของคนในชุมชนได้ (สมาชิกกลุ่ม 6 เลขที่ 10, 14 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...ถ้าเกี่ยวกับเรื่อง ระบบหายใจ เราวิเคราะห์ได้ว่าก็คงเป็นหัวข้อ อวัยวะและโครงสร้างในระบบหายใจของมนุษย์อะ (สมาชิกกลุ่ม 4 เลขที่ 11, 14 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 5 แสดงตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...ฉันว่าไม่จริงนะเธอที่บุหรีไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุหรีมวน ดูเหมือนว่าบริษัทผลิตบุหรีไฟฟ้าอยากขายบุหรีไฟฟ้าอะ เลยเอางานวิจัยมาอ้าง” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 3, 15 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...จากประสบการณ์ที่เราเคยเจอคนรอบข้างป่วยเพราะสูบบุหรีมวนนะ ทำให้เราเขียนตอบว่า บุหรีไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุหรีมวนจริง” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 12, 15 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...จริง ๆ ไม่ว่าจะเป็บุหรีไฟฟ้าและบุหรีมวนต่างก็ให้โทษต่อสังคมเหมือนกันแหละ คือให้โทษต่อผู้สูบเอง และคนรอบข้าง” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 26, 15 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...จากบทความ ถ้าเราวิเคราะห์จากข้อความที่ว่า ก๊าซ CO มีความสามารถในการจับกับฮีโมโกลบินมากกว่าออกซิเจนประมาณ 200-250 เท่า ซึ่งเมื่อจับแล้วจะกลายเป็นสารประกอบคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน ทำให้มีฮีโมโกลบินที่จับกับออกซิเจนในเลือดน้อยลง ส่งผลให้เม็ดเลือดแดงขนส่งออกซิเจนไปยังเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ได้ลดลง ประเด็นนี้น่าจะเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนแก๊สและการลำเลียงแก๊สของมนุษย์นะเพื่อน” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 31, 15 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 6 แสดงตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...จากข้อมูลในบทความ และจากประสบการณ์ที่เคยพบเห็นข่าวในชีวิตประจำวันทำให้เราคิดว่า การสูบบุหรีไฟฟ้าไม่สามารถช่วยเลิกบุหรีได้จริง และจะส่งผลต่อการควบคุมการหายใจอย่างแน่นอน” (สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 6, 21 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...ที่ฉันเขียนข้อกล่าวอ้างแบบนี้ เพราะฉันคำนึงถึงว่าจะเป็นอันตรายต่อสังคมคนรอบข้าง เช่น เพื่อนหรือคนในครอบครัวผู้สูบบุหรีไฟฟ้า” (สมาชิกกลุ่ม 4 เลขที่ 11, 21 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...ประเด็นนี้เกี่ยวกับเรื่อง การควบคุมการหายใจของมนุษย์จำ เพราะจากบทความมีข้อความระบุว่า สารนิโคตินที่มีอยู่ในบุหรีไฟฟ้ามีผลต่อสุขภาพ เช่น มีผลต่อระบบประสาท และระบบหายใจ คือพูดง่าย ๆ ทำให้พวกเราหายใจถี่ขึ้นอะ” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 29, 21 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

1. เมื่อนักเรียนอ่านบทความเสร็จแล้ว ให้นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้าง นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับการคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล

เห็นต่างกับทร ดัดค้านทร สร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล

2. ให้นักเรียนระบุข้อควรคำนึงถึงสังคมจากที่นักเรียนได้ระบุข้อกล่าวอ้างไปแล้ว นักเรียนมีข้อควรคำนึงถึงสังคมใดบ้างที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน

เพราะทร สร้างโรง ไฟฟ้าชีวมวล วัตรปล่อยมลพิษในท่ออากาศ เมื่อชุมชน รุดอากาศทางใจ เข้าไป อาจทำให้ระบบทางใจทำงานหนัก เกิดทรทางสีเล็กน้อย

3. ประเด็น “การคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล” มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องใดบ้างในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ

- อวัยวะ หลอดลมสร้างในระบบทางใจของมนุษย์

ภาพที่ 11 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุข้อกล่าวอ้างในวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพที่ 11 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถเขียนระบุข้อกล่าวอ้างได้ตรงคำถาม และเขียนระบุข้อควรคำนึงถึงสังคมสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ อีกทั้งยังสามารถเชื่อมโยงประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาที่จะเรียนได้

ด้านที่ 2 พฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านการระบุหลักฐาน นักเรียนจะต้องมีการสืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ พุดคุยกันเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาเขียนระบุเป็นหลักฐานเพื่อใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งจากการวิเคราะห์การทำกิจกรรมทั้งจากการพุดคุยกันของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสรุปข้อมูลจากการเขียนตอบใบกิจกรรมของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า ทุกแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนสามารถระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ กล่าวคือ ในแผนที่ 4, 5 และ 6 นักเรียนมีการระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้องผ่านการช่วยกันสืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลจากบทความที่ผู้วิจัยแจกให้และจากแหล่งต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถือ มีการพุดคุยกันและอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่มของนักเรียนเอง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

แผนที่ 4 แสดงตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...เราต้องใช้คำสืบค้นประมาณว่า การสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลมีผลต่อทางเดินหายใจของคนเรายังไง” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 15, 14 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...ฉันมั่นใจว่าข้อความในบทความที่อาจารย์แจกให้ก็เป็นหลักฐานได้นะ ลองช่วยกันหาละ” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 26, 14 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดจากโรงไฟฟ้าชีวมวลก็ใช้เป็นหลักฐานได้นะ เพื่อน” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 14, 14 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 5 แสดงตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...ถ้าเราตอบว่า ไม่จริงที่บุรีไฟฟ้านั้นอันตรายน้อยกว่าบุหรีมวน พวกเราต้องหาหลักฐานมาสู้กับเพื่อนกลุ่มอื่นให้ได้” (สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 4, 15 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...หลักฐานในบทความก็มีนะ แต่ว่าเราต้องช่วยกันหาจากเน็ตเพิ่ม ว่าบุรีไฟฟ้ามียันตรายยังไงบ้าง” (สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 5, 15 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...แก ๆ ทำไงดีทั้งบุรีไฟฟ้าและบุหรีมวนต่างก็มึงงานวิจัยสนับสนุนที่น่าเชื่อถือไปหมดเลยอะ” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 3, 15 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

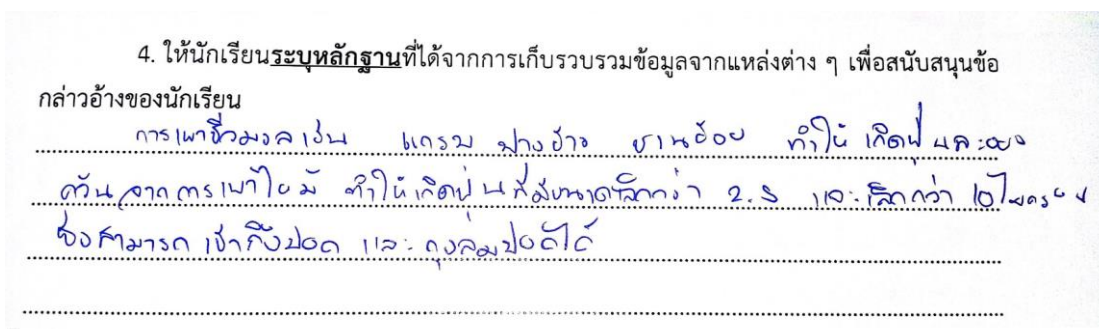
“...เราต้องเชื่อมั่นในการตัดสินใจของเราและหลักฐานที่เราช่วยกันรวบรวมหามาได้นะ” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 12, 15 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 6 แสดงตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...นี่ไงหลักฐาน บุหรีไฟฟ้าในตลาดมากกว่าร้อยละ 95 มีสารนิโคตินเป็นส่วนผสมอยู่ในน้ำยาบุหรีไฟฟ้า มีนิโคตินแบบนี้ยังไงคนที่สูบบุหรีไฟฟ้าก็เลิกไม่ได้หรอก” (สมาชิกกลุ่ม 6 เลขที่ 25, 21 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เราว่าถ้ามีนิโคตินเยอะจะทำให้สมองได้รับอันตรายและก็อาจจะส่งผลการควบคุมการหายใจได้นะ” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 29, 21 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...จากข้อมูลที่เราสืบค้นจากเน็ตและที่พิจารณาบทความเราคิดว่า การสูบบุหรีไฟฟ้าช่วยเลิกบุหรีได้นะ หรือมีเพื่อนคนไหนเห็นต่างไหม” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 24, 21 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)



ภาพที่ 12 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุหลักฐานในวงจรปฏิบัติการที่ 2 จากภาพที่ 12 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถเขียนระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ โดยนักเรียนมีการสืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ พูดคุยกันเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาเขียนระบุเป็นหลักฐานเพื่อใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งมีการแสดงหลักฐานที่เกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับเรื่องที่เรียน

ด้านที่ 3 พฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านการระบุเหตุผล นักเรียนจะต้องมีการพูดคุยกันภายในกลุ่ม แล้วนำหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาเขียนให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน ซึ่งจากการวิเคราะห์การทำกิจกรรมทั้งจากการพูดคุยกันของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสรุปข้อมูลจากการเขียนตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนเริ่มมีพัฒนาการในการระบุเหตุผล กล่าวคือ ในแผนที่ 4 แล 5 นักเรียนยังมีปัญหาในการระบุเหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน เป็นผลมาจากการที่นักเรียนยังไม่เข้าใจเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ ตามหัวข้อที่ได้ศึกษาในคาบเรียน ซึ่งแต่ละหัวข้อล้วนเกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ อีกทั้งนักเรียนมีเวลาในการทำกิจกรรมในระหว่างการจัดการเรียนรู้อย่างจำกัด จึงเป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติเพื่อนำสิ่งที่ได้ศึกษาเรียนรู้มาใช้เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน ส่งผลให้เมื่อนักเรียนออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียน นักเรียนพูดหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานไม่สมเหตุสมผล ส่วนแผนที่ 6 นักเรียนเริ่มมีพัฒนาการในการให้เหตุผล เป็นผลมาจากการที่นักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายเริ่มเข้าใจในเนื้อหาตามหัวข้อที่ได้ศึกษาในคาบเรียนมากขึ้น พูดคุยกันมากขึ้น ส่งผลให้เมื่อนักเรียนออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียน นักเรียนสามารถพูดหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

แผนที่ 4 แสดงตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...ไม่รู้ว่าจะต้องเอาหลักการวิทยาศาสตร์จากที่ไหนมาเขียนเป็นเหตุผลอะ” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 14, 14 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เรื่อง อวัยวะและโครงสร้างในระบบหายใจของมนุษย์ เป็นยังไงหรือเพื่อน” (สมาชิกกลุ่ม 4 เลขที่ 11, 14 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...อาจารย์คะ เวลามีน้อยมากแต่อาจารย์ให้ทำทั้งใบงาน ใบกิจกรรม ไหนจะให้ออกไปนำเสนออีก พวกหนูทำไม่ทันค่ะ” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 31, 14 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 5 แสดงตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...ถ้าเราไม่เข้าใจหัวข้อเรื่องที่เรียน ยากที่จะเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานเข้าด้วยกันนะ” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 13, 15 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เรื่อง การแลกเปลี่ยนแก๊สและการลำเลียงแก๊สของมนุษย์ เรายังไม่เข้าใจเลยเพื่อน” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 12, 15 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เหตุผลที่เขียนไม่มั่นใจเลยอะ พวกเราออกไปนำเสนอแค่ข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานใหม่เพื่อน ฮ่า ๆ” (สมาชิกกลุ่ม 6 เลขที่ 25, 15 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...คิดเหตุผลไม่ออกเลยอะ เวลาที่มีน้อยเกิน” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 15, 15 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 6 แสดงตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...เราต้องอธิบายว่า หลักการในหัวข้อเรื่อง การควบคุมการหายใจของมนุษย์ เกี่ยวกับข้อกล่าวอ้างและหลักฐานที่เราได้เขียนไปแล้วยังไง” (สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 6, 21 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...ถ้าเราจะให้เพื่อนกลุ่มอื่นเห็นด้วยกับเรา เราต้องนำเสนอให้ได้ว่า เพราะอะไรเราถึงเลือกใช้หลักฐานนี้มาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของเรา” (สมาชิกกลุ่ม 6 เลขที่ 10, 21 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เพื่อนคงเห็นด้วยกับเรานะ ถ้าตอนออกไปนำเสนอเราพูดข้อควรคำนึงถึงสังคมด้วย” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 15, 21 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...นั่นนะสิ เวลาไม่พอ เลยไม่ได้พูดข้อควรคำนึงถึงสังคมนะ” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 29, 21 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

| เลขที่ | คะแนนแต่ละองค์ประกอบ | | | คะแนนรวม (12) | ระดับ ความสามารถ |
|------------------|----------------------|--------------|------------------|------------------|---------------------|
| | ข้อกล่าวอ้าง (4) | หลักฐาน (4) | การให้เหตุผล (4) | | |
| 11 | 4 | 2 | 2 | 8 | ดี |
| 12 | 4 | 3 | 2 | 9 | ดีมาก |
| 13 | 4 | 3 | 2 | 9 | ดีมาก |
| 14* | 2 | 1 | 1 | 4 | ควรปรับปรุง |
| 15 | 4 | 4 | 2 | 10 | ดีมาก |
| 24 | 3 | 2 | 2 | 7 | ดี |
| 25 | 4 | 2 | 2 | 8 | ดี |
| 26 | 3 | 2 | 2 | 7 | ดี |
| 29 | 4 | 3 | 2 | 9 | ดีมาก |
| 31 | 4 | 4 | 2 | 10 | ดีมาก |
| 32* | 2 | 1 | 1 | 4 | ควรปรับปรุง |
| ค่าเฉลี่ย | 3.53 | 2.24 | 1.71 | 7.47 | ดี |
| ร้อยละ | 88.24 | 55.88 | 42.65 | 62.25 | |

* หมายถึง นักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับควรปรับปรุง

จากตารางที่ 28 แสดงให้เห็นว่า มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป จำนวน 14 คน และมีนักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป จำนวน 3 คน เมื่อพิจารณาคะแนนเป็นองค์รวมของนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รวมเฉลี่ยเท่ากับ 7.47 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 62.25 ในขณะที่พิจารณาคะแนนเป็นรายด้านที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ รวมด้านละ 4 คะแนนเต็ม พบว่า ความสามารถด้านการระบุข้อกล่าวอ้างของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.53 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.24 ความสามารถด้านการระบุหลักฐานมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 55.88 และคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.71 คิดเป็นร้อยละ 42.65 จะเห็นได้ว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยน้อย

ที่สุด ซึ่งจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้าง
คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังต่อไปนี้

1. จากสถานการณ์ดังกล่าว การที่นาย A หายใจนำเอา CO เข้าไปในปริมาณมากจะส่งผลให้น้ำเยื่อใน
ร่างกายของนาย A ได้รับแก๊ส O₂ จากฮีโมโกลบินเพิ่มขึ้นหรือลดลง (ระบุข้อกล่าวอ้าง)

นาย A หายใจนำ CO เข้าไปมาก ส่งผลให้น้ำเยื่อในร่างกายได้รับ

O₂ จากฮีโมโกลบินลดลง

ภาพที่ 14 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุข้อกล่าวอ้างหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพที่ 14 แสดงให้เห็นว่า การตอบคำถามของนักเรียนด้านการระบุข้อกล่าว
อ้างนั้น เมื่อนักเรียนพิจารณาสถานการณ์ในแบบทดสอบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทำย
วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนสามารถเขียนระบุข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ถูกต้อง และ
สมบูรณ์ ซึ่งนักเรียนได้ 2 คะแนน ดังเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทำย
วงจรปฏิบัติการที่ 2 ข้อที่ 1 ในภาคผนวก ข

2. อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้น (ระบุหลักฐาน)

ฮีโมโกลบินสามารถจับกับ CO ได้ดีกว่า O₂ มากกว่า 210 เท่า

ภาพที่ 15 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุหลักฐานหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพที่ 15 แสดงให้เห็นว่า การตอบคำถามของนักเรียนด้านการระบุ
หลักฐานนั้น เมื่อนักเรียนพิจารณาสถานการณ์ในแบบทดสอบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
ทำยวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนสามารถเขียนระบุหลักฐานได้เกี่ยวข้องและเพียงพอต่อการสนับสนุน
ข้อกล่าวอ้างของสถานการณ์ ซึ่งนักเรียนได้ 2 คะแนน ดังเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิง
วิทยาศาสตร์ทำยวงจรปฏิบัติการที่ 1 ข้อที่ 2 ในภาคผนวก ข

3. นักเรียนมีเหตุผลอย่างไร ว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (การให้เหตุผล)

ในภาวะปกติ ฮีโมโกลบินในเซลล์เม็ดเลือดแดงจะจับกับ O_2 เพื่อพาส่ง
 ออกซิเจนไปทั่วร่างกาย กลายเป็นออกไซด์ฮีโมโกลบิน เลือดที่มี HbO_2 จะลำเลียง
 ไปสู่นิวใจและสูบน้ำไปทั่วเนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกายทำให้น้ำเนื้อเยื่อต่างๆ
 ของร่างกายทำให้น้ำเนื้อเยื่อได้รับ O_2 ดังนั้น ถ้า CO จับกับดักท่า O_2
 มากกว่า 210 เท่า ทำให้น้ำเนื้อเยื่อ A ได้รับแก๊ส O_2 จากฮีโมโกลบินลดลง

ภาพที่ 16 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ
 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุเหตุผลหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพที่ 16 แสดงให้เห็นว่า การตอบคำถามของนักเรียนด้านการระบุ
 เหตุผลนั้น เมื่อนักเรียนพิจารณาสถานการณ์ในแบบทดสอบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
 ทำวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนสามารถเขียนให้เหตุผลถูกต้องและสมบูรณ์ แสดงความเชื่อมโยง
 ระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยมีการอ้างอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ จะเห็นได้
 จากนักเรียนมีการนำข้อความ “นาย A หายใจนำเอา CO เข้าไปในปริมาณมากจะส่งผลทำให้เนื้อเยื่อ
 ในร่างกายของนาย A ได้รับแก๊ส O_2 จากฮีโมโกลบินลดลง” ซึ่งเป็นข้อกล่าวอ้างเชื่อมโยงกับข้อความ
 “ฮีโมโกลบินในเซลล์เม็ดเลือดแดงสามารถจับกับ CO ได้ดีกว่าจับกับ O_2 มากกว่า 210 เท่า” ซึ่งเป็น
 หลักฐานโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์เชื่อมโยงกันว่ามีผลเกี่ยวข้องกันอย่างไรบ้าง ซึ่งนักเรียนได้
 2 คะแนน ดังเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทำวงจรปฏิบัติการที่ 1 ข้อที่ 2
 ในภาคผนวก ข

3. แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับวิธีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นแบบ
 กึ่งโครงสร้าง โดยสัมภาษณ์ความเห็นของนักเรียนกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรม
 การเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์โดยใช้
 หัวข้อในการสัมภาษณ์ 3 หัวข้อ ได้แก่ การระบุข้อกล่าวอ้าง การระบุหลักฐาน และการให้เหตุผล
 ผู้วิจัยสรุปข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ดังนี้

1) สัมภาษณ์นักเรียนในหัวข้อการระบุข้อกล่าวอ้าง พบว่า นักเรียนมีวิธีการระบุ
 ข้อกล่าวอ้างจากการอ่านบทความที่ผู้วิจัยแจกให้ โดยการวิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ
 วิทยาศาสตร์อย่างเป็นกลาง มีการคำนึงถึงข้อดีและข้อเสีย คำนึงถึงผลที่จะเกิดตามมาโดยยึดตาม
 ข้อมูลของงานวิจัยเป็นหลัก ซึ่งส่งผลให้นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างได้ ดังตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของ
 นักเรียน

“...หนูอ่านบทความที่แจกให้อย่างละเอียด และก็ตามด้วยวิเคราะห์แยกแยะเกี่ยวกับประเด็นค่ะ” (นักเรียนเลขที่ 4, 23 กุมภาพันธ์ 2566: สัมภาษณ์)

“...ผมวิเคราะห์ประเด็นจากข้อมูลที่มีอยู่ให้บทความ และก็สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมอีกนิดหน่อยครับ” (นักเรียนเลขที่ 14, 23 กุมภาพันธ์ 2566: สัมภาษณ์)

“...หนูเริ่มจากวิเคราะห์ประเด็นที่อาจารย์ให้มาอย่างเป็นกลาง ต่อมาหนูก็คำนึงถึงข้อดีและข้อเสีย ผลที่อาจเกิดตามมาโดยอิงจากงานวิจัยที่ให้มาก่อนตัดสินใจเขียนข้อกล่าวอ้างค่ะ” (นักเรียนเลขที่ 32, 23 กุมภาพันธ์ 2566: สัมภาษณ์)

2) สัมภาษณ์นักเรียนในหัวข้อการระบุหลักฐาน พบว่า นักเรียนมีวิธีการระบุหลักฐานจากการอ่านบทความที่แจกให้ สืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตและอ่านงานวิจัยที่มีความน่าเชื่อถือ มีแหล่งอ้างอิงที่ชัดเจน แต่นักเรียนก็ยังมีปัญหาในการระบุหลักฐาน เป็นผลมาจากการที่นักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ ตามหัวข้อที่ได้ศึกษาในคาบเรียน ซึ่งแต่ละหัวข้อล้วนเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนไม่แน่ใจว่าจะใช้คำสำคัญใดบ้างในการสืบค้นข้อมูลเพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และไม่แน่ใจว่าข้อมูลที่อยู่ในบทความจะสอดคล้องกับเรื่องที่เรียนหรือไม่ อีกทั้งนักเรียนมีเวลาในการสืบค้นข้อมูลอย่างจำกัด ทำให้นักเรียนเร่งรีบทำกิจกรรม เกิดความกระวนกระวาย ส่งผลให้หลักฐานที่ได้ไม่เหมาะสม และไม่เพียงพอที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน ดังตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียน

“...หนูหาอ่านงานวิจัย และสืบค้นข้อมูลในอินเทอร์เน็ตที่มีแหล่งที่มาที่น่าเชื่อถือค่ะ แต่หนูยังไม่ค่อยเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนค่ะ เลยไม่แน่ใจว่าคำที่ใช้สืบค้นถูกต้องไหม” (นักเรียนเลขที่ 4, 23 กุมภาพันธ์ 2566: สัมภาษณ์)

“...ผมอ่านบทความที่แจกให้ และหางานวิจัยที่ได้รับการรับรองจากสถาบันชั้นนำครับ แต่ติดตรงที่ว่าเวลามีน้อยมากครับ และยังไม่ค่อยเข้าใจในเรื่องที่เรียนเลยครับ” (นักเรียนเลขที่ 14, 23 กุมภาพันธ์ 2566: สัมภาษณ์)

“...หนูหาข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือจากอินเทอร์เน็ต และก็เปิดใจยอมรับหลักฐานในบทความที่แจกให้ ทั้งของฝ่ายสนับสนุนและฝ่ายเห็นต่างค่ะ แต่เสียดายค่ะเวลามีน้อยหาไม่ทันค่ะ และอีกอย่างหนูยัง งงๆ กับเนื้อหาที่เรียนอยู่เลยค่ะ” (นักเรียนเลขที่ 32, 23 กุมภาพันธ์ 2566: สัมภาษณ์)

3) สัมภาษณ์นักเรียนในหัวข้อการให้เหตุผล พบว่า นักเรียนมีวิธีการให้เหตุผลจากการพิจารณาความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาช่วยประกอบการให้เหตุผล แต่นักเรียนยังมีปัญหาในการระบุเหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน เป็นผลมาจากการที่นักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ ตามหัวข้อที่ได้ศึกษาในคาบเรียน ซึ่งแต่ละหัวข้อล้วนเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ

วิทยาศาสตร์ อีกทั้งนักเรียนมีเวลาในการทำกิจกรรมในระหว่างการจัดการเรียนรู้อย่างจำกัด จึงเป็นอุปสรรคต่อการนำสิ่งที่ได้ศึกษาเรียนรู้มาใช้เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน ดังตัวอย่างคำให้สัมภาษณ์ของนักเรียน

“...หนูรู้อยู่ นะคะว่า ต้องใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาให้เหตุผล แต่หนูไม่ค่อยเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนอะคะ” (นักเรียนเลขที่ 4, 23 กุมภาพันธ์ 2566: สัมภาษณ์)

“...ต้องให้เหตุผลแข่งกับเวลาครับ เพราะตอนทำกิจกรรมเวลาเหลือน้อยจริง ๆ ซึ่งผมเริ่มจากพยายามทำความเข้าใจในเนื้อหา แล้วนำมาเขียนเป็นเหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานเพื่อเตรียมออกไปนำเสนอครับ” (นักเรียนเลขที่ 14, 23 กุมภาพันธ์ 2566: สัมภาษณ์)

“...หนูไม่ค่อยเข้าใจในเนื้อหาอะ เลยไม่สามารถแสดงความเกี่ยวข้องกันระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้คะ” (นักเรียนเลขที่ 32, 23 กุมภาพันธ์ 2566: สัมภาษณ์)

4. แบบบันทึกอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน ใช้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยให้นักเรียนสะท้อนความคิดหลังการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ว่าตัวนักเรียนเองมีวิธีการระบุข้อกล่าวอ้าง ระบุหลักฐาน และให้เหตุผลมาได้อย่างไร โดยแสดงตัวอย่างคำตอบนักเรียน ดังนี้

1) อนุทินของนักเรียนด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง จากการวิเคราะห์คำตอบในอนุทินของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีวิธีการระบุข้อกล่าวอ้างเพื่อแสดงจุดยืนของตนเองจากประสบการณ์เดิมที่เคยพบเจอในบริบทสังคมที่นักเรียนอาศัยอยู่ และจากการรับข่าวสารผ่านช่องทางต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของนักเรียน เช่น เฟซบุ๊ก เป็นต้น ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ ดังตัวอย่างคำตอบอนุทินของนักเรียนในภาพที่ 17

เมื่อนักเรียนต้องระบุข้อกล่าวอ้างเพื่อแสดงจุดยืนของตนเอง นักเรียนมีวิธีการวิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อระบุเป็นข้อกล่าวอ้างได้อย่างไร

จากการเป็นจากสังคมรอบข้าง ข่าวสารต่าง ๆ

ภาพที่ 17 ตัวอย่างคำตอบอนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง วงจรปฏิบัติการที่ 2

2) อนุทินของนักเรียนด้านการระบุหลักฐาน จากการวิเคราะห์คำตอบในอนุทินของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีวิธีการระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยเริ่มจากการที่นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีการเลือกสืบค้นข้อมูลจากเว็บไซต์ที่มีแหล่งที่มาที่น่าเชื่อถือ จากนั้น

นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่สืบค้นได้เพื่อเลือกใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เช่น ตัวเลข สถิติ และงานวิจัย ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนสามารถระบุหลักฐานได้ ดังตัวอย่างคำตอบบนุทินของนักเรียนในภาพที่ 18

เมื่อนักเรียนต้องระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง นักเรียนมีวิธีการสืบค้นข้อมูล หรือสำรวจ ตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถืออย่างไร

จากอินเทอร์เน็ต มีคณนง์เชื่อถือจากหลักฐาน เช่น ตัวเลข สถิติ
งานวิจัย

ภาพที่ 18 ตัวอย่างคำตอบบนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุหลักฐาน วงจรปฏิบัติการที่ 2

3) อนุทินของนักเรียนด้านการให้เหตุผล จากการวิเคราะห์คำตอบในอนุทินของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีวิธีการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานจากการใช้สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้หรือความรู้เดิม รวมทั้งใช้เนื้อหาที่ได้ศึกษาในคาบเรียน ซึ่งเป็นหนึ่งในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบหายใจ และมีความเกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้เผชิญ ดังตัวอย่างคำตอบบนุทินของนักเรียนในภาพที่ 19

เมื่อนักเรียนต้องให้เหตุผล นักเรียนมีวิธีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้อย่างไร

สิ่งที่เรารู้ น้อยลงจนที่มีคณนง์เชื่อถือกับไอ้ในน่วยบทรเร้นนุ

ภาพที่ 19 ตัวอย่างคำตอบบนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการให้เหตุผล วงจรปฏิบัติการที่ 2

2.4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรมซึ่งการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน และอนุทินของนักเรียน ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาว่ามีปัญหาอย่างไร เพื่อนำมาสู่การกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหา แล้วนำไปพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ต่อไป ดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 ปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และแนวทางการแก้ไขปัญหา

| ปัญหาที่พบ | แนวทางในการแก้ไขปัญหา |
|--|---|
| 1. นักเรียนบางคนยังไม่ค่อยเข้าใจเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ ตามหัวข้อที่ได้ศึกษาในคาบเรียน ซึ่งแต่ละหัวข้อล้วนเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนไม่แน่ใจว่าจะใช้คำสำคัญใดบ้างในการสืบค้นหาหลักฐานเพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และทำให้ไม่แน่ใจว่าข้อมูลที่อยู่ในบทความจะสอดคล้องกับเรื่องที่เรียนหรือไม่ อีกทั้งการที่นักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจในเนื้อหาที่ศึกษาในคาบเรียน เป็นอุปสรรคต่อการทำกิจกรรมที่จะนำสิ่งที่ได้ศึกษาเรียนรู้มาใช้เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน | ผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้ และแสดงความคิดเห็นของตนเองกับเพื่อนภายในกลุ่มให้มากยิ่งขึ้น |
| 2. ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีเวลาไม่เพียงพอในการทำกิจกรรม | ผู้วิจัยปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในใบกิจกรรมให้กระชับ โดยการให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ไม่ได้ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการบ้าน อีกทั้งคอยกระตุ้นฝึกให้นักเรียนทำกิจกรรมให้แล้วเสร็จภายใต้สถานะที่มีเวลาอย่างจำกัด |

3. วงจรปฏิบัติการที่ 3

3.1 ชั้นวางแผน (Plan)

เมื่อสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญกับการกระตุ้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้ และแสดงความคิดเห็นของตนเองกับเพื่อนภายในกลุ่มให้มากยิ่งขึ้น เพื่อให้ นักเรียนแน่ใจต้องใช้คำสำคัญใดบ้างในการสืบค้นหาหลักฐานเพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และทำให้นักเรียนแน่ใจว่าข้อมูลที่อยู่ในบทความสอดคล้องกับเรื่องที่เรียน อีกทั้งเพื่อทำให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้ศึกษาเรียนรู้มาใช้เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน นอกจากนี้ผู้วิจัยยังให้ความสำคัญกับการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในใบกิจกรรมให้กระชับ โดยการให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ไม่ได้ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการบ้าน อีกทั้งคอยกระตุ้นฝึกให้นักเรียนทำกิจกรรมให้แล้วเสร็จภายใต้สภาวะที่มีเวลาอย่างจำกัด เพื่อให้นักเรียนมีเวลาเพียงพอในการทำกิจกรรม

3.2 ชั้นการปฏิบัติการ (Action)

ดำเนินการนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาแล้วไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งแผนที่สร้างขึ้นนำมาใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีดังนี้

- ชั่วโมง
- แผนที่ 7 เรื่อง ความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับระบบหายใจของมนุษย์ จำนวน 2
 - แผนที่ 8 เรื่อง การหายใจเข้าและหายใจออกของมนุษย์ จำนวน 1 ชั่วโมง
 - แผนที่ 9 เรื่อง ปริมาตรของอากาศในการหายใจเข้าและหายใจออกของมนุษย์ จำนวน 2 ชั่วโมง

3.3 ชั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe)

ในช่วงที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7-9 ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยใช้เครื่องมือสะท้อนผลการวิจัย ดังนี้

1. แบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบมีโครงสร้าง โดยผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่บ่งชี้ถึงพฤติกรรมที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ผลดังนี้

ด้านที่ 1 พฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง นักเรียนจะต้องมีการ พูดคุยกัน และมีการเขียนเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง โดยการ

ซักถามความคิดเห็นที่เกิดจากประสบการณ์เดิมที่สอดคล้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับเพื่อนภายในกลุ่ม ซึ่งจากการวิเคราะห์การทำกิจกรรมทั้งจากการพูดคุยกันของนักเรียน ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสรุปข้อมูลจากการเขียนตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า ทุกแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างด้วยการเขียนยืนยันคำตอบของคำถามจากการพูดคุยกัน และการซักถามความคิดเห็นที่เกิดจากประสบการณ์เดิมที่สอดคล้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับเพื่อนภายในกลุ่ม กล่าวคือ นักเรียนสามารถเขียนระบุข้อกล่าวอ้างได้ตรงคำถาม และเขียนระบุข้อควรคำนึงถึงสังคมเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างชัดเจน และสามารถเชื่อมโยงประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาที่จะเรียนได้ ซึ่งนักเรียนเขียนระบุเรื่องที่เรียนอยู่ภายใต้ขอบเขตเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบหายใจ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

แผนที่ 7 แสดงตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...โดยส่วนตัวฉันคิดว่า ไม่จริงที่บุหรี่ไฟฟ้าปลอดภัยกว่าบุหรี่ปริมาณ ”

(สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 6, 28 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...ถ้าดูจากผลกระทบของบุหรี่จากงานวิจัยแล้ว เราก็ว่าไม่จริงเหมือนกัน เพื่อน (สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 32, 28 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เราคำนึงถึงสุขภาพผู้ที่สูบบุหรี่ และคนรอบข้างอะ (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 14, 28 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...ถ้าเกี่ยวกับเรื่อง ระบบหายใจ คงเป็นหัวข้อความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับระบบหายใจของมนุษย์ใหม่อะ (สมาชิกกลุ่ม 6 เลขที่ 25, 28 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 8 แสดงตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...ถ้างานกาชาดสารคามเกิดเหตุการณ์อย่างที่อิแหวอน ฉันไม่ส่งผลต่อการหายใจเข้า-ออกของผู้คนที่ไปเที่ยวงานแน่นอน ” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 15, 1 มีนาคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เราว่าไม่ส่งผลนะ เพราะสภาพอากาศที่เกาหลีได้กับที่สารคามต่างกัน มากนะ เช่นที่สารคามอากาศร้อนขึ้น ทำให้อากาศน่าจะมีไอน้ำเย็นได้ดีกว่าอะ ” (สมาชิกกลุ่ม 4 เลขที่ 11, 1 มีนาคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...ฉันว่าส่งผลต่อการหายใจเข้า-ออกนะ เพราะคนเยอะจะทำให้เบียดกัน และที่ฉันพูดแบบนี้เพราะฉันคำนึงถึงสังคม ผู้คนที่ไปเที่ยวงานจะได้รับความเดือดร้อนตามมา ” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 12, 1 มีนาคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...ถ้าวิเคราะห์จากข้อความที่ มนุษย์เราเมื่อสูดอากาศเข้าร่างกาย ทรวงอกจะขยายขึ้น แต่ถ้าอยู่ท่ามกลางคลื่นฝูงชนที่แออัด ถึงขนาดที่กระดูกซี่โครงบริเวณอกยกตัวสูงไม่ได้ เมื่อหายใจ สามารถเสียชีวิตล้มทับกันเป็นกอง ประเด็นนี้ต้องเกี่ยวกับเรื่อง การหายใจเข้าและหายใจออกของมนุษย์แน่นอนเพื่อน” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 5, 1 มีนาคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 9 แสดงตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...จากที่เคยฟังข่าวบ่อย ๆ เราคิดว่า ผู้ที่เคยติดเชื้อโควิด-19 จะมีปริมาณปอดน้อยกว่าคนที่ไม่เคยติดเชื้อโควิด-19 จริง และจะส่งผลเสียต่อการแข่งขันกีฬา” (สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 6, 7 มีนาคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...ฉันคำนึงว่า ถ้าให้คนที่เคยติดโควิดไปแข่งกีฬาจะส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้ที่เคยติดเชื้อ และจะไม่ได้รับชัยชนะกลับมาก็เป็นได้นะเพื่อน ” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 13, 7 มีนาคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...ประเด็นนี้เราว่ายังไงก็เกี่ยวกับเรื่อง ปริมาตรของอากาศในการหายใจเข้าและหายใจออกของมนุษย์ เห็นไหมนี่ในบทความมีคำถามเกี่ยวกับ ความจุปอดของคนที่เคยและไม่เคยติดเชื้อโควิด-19” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 29, 7 มีนาคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

1. เมื่อนักเรียนอ่านบทความเสร็จแล้ว ให้นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้าง คนที่เคยติดเชื้อโควิด-19 จะมีปริมาณปอดน้อยกว่าคนที่ไม่เคยติดเชื้อโควิด-19 จริงหรือ และจะส่งผลต่อการแข่งขันกีฬาหรือไม่
ผู้ที่ติดเชื้อโควิด จะส่งผลกระทบต่อคนที่ไม่เคยติดเชื้อ และจะส่งผลกระทบต่อการแข่งขันกีฬา.

2. ให้นักเรียนระบุข้อควรคำนึงถึงสังคมจากที่นักเรียนได้ระบุข้อกล่าวอ้างไปแล้ว นักเรียนมีข้อควรคำนึงถึงสังคมใดบ้างที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน
หลังจากที่ติดเชื้อโควิด ผู้ที่ติดจะมีปอดที่เล็กลง เนื่องจากปอดของคนที่ไม่ติดเชื้อ ถ้าไปแข่งกีฬา นักกีฬาจะทำได้ผลต่อการแข่งขันกีฬา อาจทำให้แข่งขันไม่ได้เพิ่มเติมที่เท่าที่ควร

3. ประเด็น “ปริมาณปอดของคนที่เคยติดเชื้อโควิด-19 กับการแข่งขันกีฬา” มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องใดบ้างในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ
ปริมาตร การหายใจเข้าและ ปริมาตร การหายใจออก.

ภาพที่ 20 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุข้อกล่าวอ้างในวงจรปฏิบัติการที่

จากภาพที่ 20 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถเขียนระบุข้อกล่าวอ้างได้ตรง คำถาม และเขียนระบุข้อควรคำนึงถึงสังคมสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ อีกทั้งยังสามารถเชื่อมโยง ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาที่จะเรียนได้

ด้านที่ 2 พฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านการระบุหลักฐาน นักเรียนจะต้องมีการสืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ พุดคุยกันเพื่อนำ ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาเขียนระบุเป็นหลักฐานเพื่อใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งจากการวิเคราะห์ การทำกิจกรรมทั้งจากการพูดคุยกันของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสรุปข้อมูล จากการเขียนตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า ทุกแผนการจัดการเรียนรู้ใน วงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนสามารถระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ กล่าวคือ ในแผนที่ 7, 8 และ 9 นักเรียนมีการระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้องผ่านการช่วยกันสืบค้น ข้อมูล รวบรวมข้อมูลจากบทความที่ผู้วิจัยแจกให้และจากแหล่งต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถือ มีการพูดคุยกัน และอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่มของนักเรียนเอง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

แผนที่ 7 แสดงตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...เราก้ใช้คำสืบค้นคล้ายๆ เดิมนั้นแหละ เช่น การสูบบุหรี่ไฟฟ้าทำให้เกิด อันตรายต่อผู้สูบเอง และคนรอบข้างยังงี้บ้าง” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 13, 28 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“... ไข่ๆ แล้วค่อยมาพิจารณาว่ามีข้อมูลส่วนไหนที่จะนำมาใช้เป็น หลักฐานที่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้างได้บ้าง” (สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 2, 28 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูด ระหว่างทำกิจกรรม)

“...เพื่อนเราว่าข้อความนี้ก็ใช้เป็นหลักฐานได้นะ ไทยพบผู้ป่วยโรคปอด อักเสบรุนแรง โดยมีสาเหตุมาจากการใช้บุหรี่ไฟฟ้าซึ่งเกิดจากความเข้าใจผิดว่าการสูบบุหรี่ไฟฟ้าไม่ เป็นอันตราย และไม่ทำให้เกิดโรคร้ายต่อสุขภาพ” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 31, 28 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 8 แสดงตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...ถ้าเราตอบว่าไม่ส่งผล หลักฐานน่าจะเกี่ยวกับสภาพอากาศของแต่ละ พื้นที่ใหม่อะ เช่น ที่อ๊อแวนอากาศจะหนาวเย็นและแห้ง อากาศเย็นมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศ ร้อนที่สารคาม ซึ่งอากาศที่แห้งเกินไป คนเราอะจะเริ่มรู้สึกหายใจไม่สะดวก รู้สึกอึดอัดและจุกแหม่งก็ เป็นได้” (สมาชิกกลุ่ม 6 เลขที่ 10, 1 มีนาคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เราว่าไม่เกี่ยวกับอากาศนะ ต้องเกี่ยวกับการเบียดกันแน่นจนทำให้ กระดูกซี่โครงบริเวณอกยกตัวสูงไม่ได้เมื่อหายใจ หรือเพื่อนคนอื่นว่ายังไง” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 29, 1 มีนาคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เรามั่นใจว่า หลักฐานกลุ่มเราสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ดีแน่นอน แต่เราขอไม่ออกไปนำเสนอแนะ” (สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 4, 1 มีนาคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 9 แสดงตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...ฉันว่าหลักฐานต้องเกี่ยวกับภาวะลองโควิดอะ ลองช่วยกันสืบดูนะ” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 24, 7 มีนาคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เราเห็นด้วยนะ ภาวะลองโควิดจะส่งผลเสียต่อการแข่งขันกีฬาแน่ ๆ” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 25, 7 มีนาคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...คือ ณ ตอนนี้อยู่ข้อมูลหรืองานวิจัยที่เกี่ยวกับคนที่เคยติดเชื้อโควิดแล้ว ส่งผลทำให้ปริมาณปอดลดลงยังมีน้อยมากเลยนะ คือยากอยู่เนี่ยที่จะหาหลักฐานมายืนยันว่า คนที่เคยติดเชื้อโควิด-19 จะมีปริมาณปอดน้อยกว่าคนที่ไม่เคยติดเชื้อโควิด-19 และจะส่งผลต่อการแข่งขันกีฬา” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 15, 7 มีนาคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เอาแบบนี้ไหมเรานำข้อมูลเท่าที่มีในปัจจุบันมาเขียนตอบเป็นหลักฐานไปก่อนเพราะเวลาเหลือน้อยแล้ว” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 29, 7 มีนาคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

4. ให้นักเรียนระบุหลักฐานที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน

ผู้ที่ติดเชื้อโควิด ห่วงตกหนักหลัง จากอาการหายแล้ว เรียกว่า “ลองโควิด (Long COVID)”
ซึ่งจะส่งผลในเรื่องต่าง เช่น ใจไม่โอเค อ่อนเพลียง่าย ปวดเมื่อยตามตัว ไอเรื้อรัง
ความจำไม่ดี ไม่สมาธิ ท้องไส้ปั่นป่วน เป็นต้น ผลภาวะลองโควิดจึงไม่มีสาเหตุ
ที่แน่ชัด ทว่าภาวะนี้จะทำให้ทำกิจกรรมต่างๆ ไม่เต็มที่

ภาพที่ 21 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุหลักฐานในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จากภาพที่ 21 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถเขียนระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ โดยนักเรียนมีการสืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ พูดคุยกันเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาเขียนระบุเป็นหลักฐานเพื่อใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งมีการแสดงหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ด้านที่ 3 พฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านการระบุเหตุผล นักเรียนจะต้องมีการพูดคุยกันภายในกลุ่ม แล้วนำหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาเขียนให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน ซึ่งจากการวิเคราะห์การทำกิจกรรมทั้งจากการพูดคุยกันของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสรุปข้อมูลจากการเขียนตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนสามารถเขียนระบุเหตุผลได้ กล่าวคือ นักเรียนแสดงพฤติกรรมบ่งชี้ถึงการให้เหตุผลทุกแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งนักเรียนแสดงออกผ่านการพูดคุยกันภายในกลุ่ม แล้วนำหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาเขียนให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน และนำเสนอหน้าชั้นเรียนโดยมีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาประกอบการนำเสนอหน้าชั้นเรียน เป็นผลมาจากการที่นักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายทุกคนเข้าใจในเนื้อหาตามหัวข้อที่ได้ศึกษาในคาบเรียน พูดคุยกันมากขึ้น มีเวลาเพียงพอในการทำกิจกรรม ส่งผลให้เมื่อนักเรียนออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียน นักเรียนสามารถพูดหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้ อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่านักเรียนจะให้เหตุผลได้ แต่ยังพบนักเรียนบางคนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายไม่ยอมออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียน เนื่องจากนักเรียนยังไม่มั่นใจว่าสิ่งที่ตนเองจะนำเสนอจะมีผิดหรือถูกมากนักน้อยเพียงใด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

แผนที่ 7 แสดงตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...เราก็นำความรู้ที่ได้ศึกษาในคาบเรียนมาใช้เป็นหลักทางวิทยาศาสตร์” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 14, 28 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เราเห็นด้วยนะ แต่เราไม่ขอออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียน” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 24, 28 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...เราต้องพูดนำเสนอโดยให้มีข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน เหตุผล และข้อควรคำนึงถึงสังคมนะ เมื่ออาจารย์ถูกใจแล้วให้คะแนนเพิ่ม” (สมาชิกกลุ่ม 4 เลขที่ 11, 28 กุมภาพันธ์ 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 8 แสดงตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...ง่ายๆ แค่นำความรู้เรื่อง การหายใจเข้าและหายใจออกของมนุษย์ มาให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างเข้าด้วยกัน ว่าทำไมพวกเราถึงเลือกใช้หลักฐานนี้มาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง” (สมาชิกกลุ่ม 6 เลขที่ 10, 1 มีนาคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...ไม่ต้องกลัวเพื่อนกลุ่มอื่นคงไม่ถามและเห็นแย้งเราเยอะหรอก แค่อธิบายโดยใช้ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน เหตุผล และก็พูดถึงข้อควรคำนึงถึงสังคมให้เข้าใจอะ” (สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 5, 1 มีนาคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 9 แสดงตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...เราต้องอธิบายให้ได้ว่า ภาวะล่องโควิดที่เราใช้เป็นหลักฐานมีความเกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้างที่เราได้เขียนไปแล้วยังไง” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 3, 7 มีนาคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...ฉันว่ากลุ่มเราให้เหตุผลโดยใช้ความรู้เรื่อง ปริมาตรของอากาศในการหายใจเข้าและหายใจออกของมนุษย์ดีไหมเพื่อน” (สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 32, 7 มีนาคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

“...ดี ๆ ถ้าเราใช้เรื่องนี้ให้เหตุผลจะทำให้หลักฐานของเรามีความน่าเชื่อถือมากเลยนะ เวลาออกไปนำเสนอเพื่อนหลาย ๆ คน ก็อาจจะเห็นด้วยกับเราโดยไม่มีข้อโต้แย้งใด ๆ เลย” (สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 6, 7 มีนาคม 2566: คำพูดระหว่างทำกิจกรรม)

5. ให้นักเรียนระบุเหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นดังกล่าว และเกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน

ผู้ที่ติดเชื้อโควิดทั้งหมด จะมีภาวะล่องโควิด ทำให้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ไม่ได้ที่ เพราะปริมาตรพื้นที่ปอดถูกทำลายไปส่วนหนึ่ง ซึ่งปกติแล้วคนที่ไม่ติดเชื้อจะมีปริมาตรของหัวใจห้องอกที่ประมาณ 300 มล. ภาวะหัวใจเข้า-ออกของเลือดที่มีปริมาตรที่ต่างกัน หัวใจเข้า 5,800 มล หัวใจออก 4,000 มล ผู้ที่ติดเชื้อโควิดจะมีปริมาตรของหัวใจเข้า-ออกที่น้อยกว่าคนไม่ติดเชื้อโควิด

ภาพที่ 22 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุเหตุผลในวงจรปฏิบัติการที่ 3

จากภาพที่ 22 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถเขียนให้เหตุผลได้ โดยนักเรียนนำความรู้เรื่อง “ปริมาตรของอากาศในการหายใจเข้าและหายใจออกของมนุษย์” มาใช้เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้เหตุผลเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างคือ “คนที่เคยติดเชื้อโควิด-19 มีปริมาตรปอดน้อยกว่าคนที่ไม่เคยติดเชื้อโควิด-19 และจะส่งผลต่อการแข่งขันกีฬา” กับหลักฐานคือ “ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภาวะล่องโควิด”

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งเป็นแบบอัตนัยจำนวน 2 ข้อ ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ผล ดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

| เลขที่ | คะแนนแต่ละองค์ประกอบ | | | คะแนนรวม (12) | ระดับ ความสามารถ |
|--------|----------------------|-------------|------------------|------------------|---------------------|
| | ข้อกล่าวอ้าง (4) | หลักฐาน (4) | การให้เหตุผล (4) | | |
| 2 | 4 | 4 | 3 | 11 | ดีมาก |
| 3 | 4 | 4 | 3 | 11 | ดีมาก |
| 4 | 4 | 2 | 2 | 8 | ดี |
| 5 | 4 | 4 | 3 | 11 | ดีมาก |
| 6 | 4 | 4 | 4 | 12 | ดีมาก |
| 10 | 4 | 4 | 3 | 11 | ดีมาก |
| 11 | 4 | 4 | 2 | 10 | ดีมาก |
| 12 | 4 | 4 | 4 | 12 | ดีมาก |
| 13 | 4 | 4 | 4 | 12 | ดีมาก |
| 14 | 4 | 2 | 2 | 8 | ดี |
| 15 | 4 | 4 | 4 | 12 | ดีมาก |
| 24 | 4 | 4 | 4 | 12 | ดีมาก |
| 25 | 4 | 4 | 3 | 11 | ดีมาก |
| 26 | 4 | 4 | 4 | 12 | ดีมาก |
| 29 | 4 | 4 | 3 | 11 | ดีมาก |
| 31 | 4 | 4 | 4 | 12 | ดีมาก |
| 32 | 4 | 2 | 2 | 8 | ดี |

| เลขที่ | คะแนนแต่ละองค์ประกอบ | | | คะแนนรวม (12) | ระดับ ความสามารถ |
|-----------|----------------------|-------------|------------------|------------------|---------------------|
| | ข้อกล่าวอ้าง (4) | หลักฐาน (4) | การให้เหตุผล (4) | | |
| ค่าเฉลี่ย | 4.00 | 3.65 | 3.18 | 10.82 | ดีมาก |
| ร้อยละ | 100.00 | 91.18 | 79.41 | 90.20 | |

จากตารางที่ 30 แสดงให้เห็นว่า มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 17 คน ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไปทุกคน เมื่อพิจารณาคะแนนเป็นองค์รวมของนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รวมเฉลี่ยเท่ากับ 10.82 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 90.20 ในขณะที่พิจารณาคะแนนเป็นรายด้านที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ รวมด้านละ 4 คะแนนเต็ม พบว่า ความสามารถด้านการระบุข้อกล่าวอ้างของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 100 ความสามารถด้านการระบุหลักฐานมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.65 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 91.18 และคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.18 คิดเป็นร้อยละ 79.41 จะเห็นได้ว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ซึ่งจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังต่อไปนี้

ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ข้างต้นแล้วตอบคำถามดังต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด

1. จากสถานการณ์ดังกล่าว การอยู่ในท่ามกลางคลื่นฝูงชนที่แออัดส่งผลต่อการหายใจของมนุษย์อย่างไร (ระบุข้อกล่าวอ้าง)

.....

ภาพที่ 23 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุข้อกล่าวอ้างหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 3

จากภาพที่ 23 แสดงให้เห็นว่า การตอบคำถามของนักเรียนด้านการระบุข้อกล่าวอ้างนั้น เมื่อนักเรียนพิจารณาสถานการณ์ในแบบทดสอบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ทำวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนสามารถเขียนระบุข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ถูกต้อง

และสมบูรณ์ ซึ่งนักเรียนได้ 2 คะแนน ดังเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ท้าย
 วจรปฏิบัติกาที่ 3 ข้อที่ 2 ในภาคผนวก ข

2. อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้น (ระบุหลักฐาน)

ทรงพวงใจทิ้งไว้ในบริเวณที่มีผู้คนมาก หรือทอดทิ้งแล้ว จะทำให้ทรงพวงใจทำงาน
 ไม่เต็มที่ซึ่งอาจทำให้ไปไม่รอดนั่นเอง เพราะโดยปกติคนเราขาดอากาศแม้ร่างกาย
 ทรวงอกจะขยายขึ้น ทว่ากระดูกซี่โครงงอตัวสูง ฝาปิดอยู่ในบริเวณที่คนทอด
 ทิ้งไว้ในเขตที่กระดูกซี่โครงบริเวณอกงอตัวสูงไม่ได้จึงทำให้ ทรงพวงใจ
 อากาศทางใจ

ภาพที่ 24 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ
 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุหลักฐานหลังสิ้นสุดวจรปฏิบัติกาที่ 3

จากภาพที่ 24 แสดงให้เห็นว่า การตอบคำถามของนักเรียนด้านการระบุ
 หลักฐานนั้น เมื่อนักเรียนพิจารณาสถานการณ์ในแบบทดสอบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
 ท้ายวจรปฏิบัติกาที่ 3 นักเรียนสามารถเขียนระบุหลักฐานได้เกี่ยวข้องและเพียงพอต่อการสนับสนุน
 ข้อกล่าวอ้างของสถานการณ์ ซึ่งนักเรียนได้ 2 คะแนน ดังเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิง
 วิทยาศาสตร์ท้ายวจรปฏิบัติกาที่ 3 ข้อที่ 2 ในภาคผนวก ข

3. นักเรียนมีเหตุผลอย่างไร ว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (การให้เหตุผล)

เมื่อเปลี่ยแปลงปริมาตรในช่องอกและตามต้นในปอดทรวงอก เป็น-อกมี 2 ประเด็น ดังนี้
 1) ทรงพวงใจปกติ กล้ามเนื้อกะบังลมหดตัวและเคลื่อนต่ำลง ขณะที่กล้ามเนื้อระหว่างกระดูก
 ซี่โครงขยายขนาดตัว ทำให้ซี่โครงงอตัวสูงขึ้น ปริมาตรช่องอกเพิ่มขึ้น ตามต้นอากาศ
 ลดลง อากาศทรวงอกเคลื่อนสู่ปอด เกิดทรงพวงใจเข้า
 2) ทรงพวงใจออก กล้ามเนื้อกะบังลมคลายตัว เคลื่อนโด่งตัวขึ้น ขณะที่กล้ามเนื้อระหว่าง
 กระดูกซี่โครงทาบนอกขยายตัวเคลื่อนต่ำลง ปริมาตรช่องอกลดลง ตามต้นอากาศ
 เพิ่มขึ้น อากาศเคลื่อนสู่ทรวงอก เกิดทรงพวงใจออก ดังนั้นถ้าอยู่ท่ามกลางฝูงชนที่
 ทอดทิ้ง ทว่ากระดูกซี่โครงอกงอตัวสูงขึ้นไม่ได้ ส่งผลให้มนุษย์ไม่สามารถทางใจ
 เป็น-อกไม่ได้

ภาพที่ 25 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ
 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุเหตุผลหลังสิ้นสุดวจรปฏิบัติกาที่ 3

จากภาพที่ 25 แสดงให้เห็นว่า การตอบคำถามของนักเรียนด้านการระบุเหตุผลนั้น เมื่อนักเรียนพิจารณาสถานการณ์ในแบบทดสอบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ทำยวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนสามารถเขียนให้เหตุผลถูกต้องและสมบูรณ์ แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยมีการอ้างอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ จะเห็นได้จากนักเรียนมีการนำข้อความ “การอยู่ในท่ามกลางคลื่นฝูงชนที่แออัด ส่งผลให้มนุษย์ไม่สามารถหายใจเข้าได้ และส่งผลให้ไม่สามารถหายใจออกได้ตามมา” ซึ่งเป็นข้อกล่าวอ้างเชื่อมโยงกับข้อความ “มนุษย์เราเมื่อสูดอากาศเข้าร่างกาย ทรวงอกจะขยายขึ้น แต่ถ้าอยู่ในท่ามกลางคลื่นฝูงชนที่แออัด ถึงขนาดที่กระดูกซี่โครงบริเวณอกยกตัวสูงขึ้นไม่ได้เมื่อหายใจ สามารถเสียชีวิตล้มทับกันเป็นกองได้” ซึ่งเป็นหลักฐานโดยมีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์เชื่อมโยงกันว่ามีความเกี่ยวข้องกันอย่างไรบ้าง ซึ่งนักเรียนได้ 2 คะแนน ดังเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทำยวงจรปฏิบัติการที่ 3 ข้อที่ 2 ในภาคผนวก ข

3. แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับวิธีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นแบบกึ่งโครงสร้าง โดยสัมภาษณ์ความเห็นของนักเรียนกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไปทุกคน ผู้วิจัยจึงหยุดดำเนินการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

4. แบบบันทึกอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน ใช้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยให้นักเรียนสะท้อนความคิดหลังการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ว่าตัวนักเรียนเองมีวิธีการระบุข้อกล่าวอ้าง ระบุหลักฐาน และให้เหตุผลมาได้อย่างไร โดยแสดงตัวอย่างคำตอบนักเรียน ดังนี้

1) อนุทินของนักเรียนด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง จากการวิเคราะห์คำตอบในอนุทินของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีวิธีการระบุข้อกล่าวอ้างเพื่อแสวงจุดยืนของตนเองจาก การอ่านบทความ แล้ววิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ด้วยใจที่เป็นกลาง ตามด้วยมีการคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นตามมา ไม่ว่าจะเป็นการคำนึงถึงข้อดีและข้อเสียในประเด็นโดยยึดตามข้อมูลที่ผ่านการทำวิจัยแล้วเป็นหลัก จากนั้นนักเรียนค่อยทำการระบุข้อกล่าวอ้างเพื่อแสวงจุดยืนของตนเอง ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ ดังตัวอย่างคำตอบอนุทินของนักเรียนในภาพที่ 26

เมื่อนักเรียนต้องระบุข้อกล่าวอ้างเพื่อแสดงจุดยืนของตนเอง นักเรียนมีวิธีการวิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อระบุเป็นข้อกล่าวอ้างได้อย่างไร

ระบุข้อกล่าวอ้างโดยวิเคราะห์ประเด็นทางสังคมอย่างเป็นกลาง และ

พิจารณาถึงข้อโต้แย้งและผลกระทบจากข้อกล่าวอ้างโดยอิงจาก อภินิหาริจัยและสถิติ

ภาพที่ 26 ตัวอย่างคำตอบบอญุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง วงจรปฏิบัติการที่ 3

2) อนุทินของนักเรียนด้านการระบุหลักฐาน จากการวิเคราะห์คำตอบในอนุทินของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีวิธีการระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยเริ่มจากการที่นักเรียนสืบค้นข้อมูลหาหลักฐานจากอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีการเลือกสืบค้นข้อมูลทั้งที่เป็นตัวเลขและเนื้อหาจากเว็บไซต์ที่มีแหล่งที่มาที่น่าเชื่อถือ นักเรียนเปิดใจกว้างรับฟังความคิดเห็นและหลักฐานของฝ่ายที่สนับสนุน และฝ่ายที่เห็นแย้ง จากนั้นนักเรียนค่อยตัดสินใจโดยการวิเคราะห์ข้อมูลที่สืบค้นได้เพื่อเลือกใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนสามารถระบุหลักฐานได้ ดังตัวอย่างคำตอบบอญุทินของนักเรียนในภาพที่ 27

เมื่อนักเรียนต้องระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง นักเรียนมีวิธีการสืบค้นข้อมูล หรือสำรวจตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถืออย่างไร

ศึกษาหาหลักฐานที่มีตัวเลขชัดเจนขององค์กรยืนยันจริงๆ มีตัวเลขและ

เนื้อหาที่น่าเชื่อถือได้ เปิดรับหลักฐานทั้งจากฝั่งเลขและฝั่งแย้ง

ภาพที่ 27 ตัวอย่างคำตอบบอญุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการระบุหลักฐาน วงจรปฏิบัติการที่ 3

3) อนุทินของนักเรียนด้านการให้เหตุผล จากการวิเคราะห์คำตอบในอนุทินของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีวิธีการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานจากการใช้สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้หรือความรู้เดิม รวมทั้งใช้เนื้อหาที่ได้ศึกษาในคาบเรียน ซึ่งเป็นหนึ่งในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบหายใจ และมีความเกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้เผชิญมาใช้ประกอบการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนสามารถระบุให้เหตุผลได้ ดังตัวอย่างคำตอบบอญุทินของนักเรียนในภาพที่ 28

เมื่อนักเรียนต้องให้เหตุผล นักเรียนมีวิธีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยง
ระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้อย่างไร

..... ในเหตุผลที่มีความเกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน
โดยอาศัยหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือและใช้องค์ความรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
มาช่วยประกอบ

ภาพที่ 28 ตัวอย่างคำตอบบนูทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้านการให้เหตุผล วงจรปฏิบัติการที่ 3

3.4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ
อนูทินของนักเรียน พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง
วิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไปทุกคน ผู้วิจัยจึงได้สรุปปัญหาว่ามีปัญหาอย่างไร เพื่อนำมาสู่การ
กำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหา แล้วจะนำไปพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในโอกาสต่อไป ดัง
ตารางที่ 31

ตารางที่ 31 ปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และแนวทางการแก้ไขปัญหาลในโอกาสต่อไป

| ปัญหาที่พบ | แนวทางในการแก้ไขปัญหา |
|---|---|
| 1. นักเรียนบางคนไม่ยอมออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียน เนื่องจากนักเรียนยังไม่มั่นใจว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ ตนเองจะนำเสนอ นั้น จะมีผิดหรือถูกมากน้อยเพียงใด | ผู้วิจัยควรชี้แจงกับนักเรียนว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ใช้ประเด็น ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นฐานในการสร้างจะไม่มีผิดหรือถูก ร้อยเปอร์เซ็นต์ เพราะเป็นประเด็นที่ยัง ไม่ได้ข้อสรุปที่แน่นอน จะถูกหรือผิด มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความ น่าเชื่อถือของข้อมูลที่มีอยู่ในเวลานั้น |
| 2. นักเรียนบางคนยังไม่ค่อยร่วมแสดงความคิดเห็น และ แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนภายในกลุ่มทำให้นักเรียนยังไม่ ค่อยเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนในคาบ จึงส่งผลให้นักเรียนทำ คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง | ผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยน ความรู้ และแสดงความคิดเห็นของ ตนเองกับเพื่อนภายในกลุ่ม โดยการ เสริมแรงให้คะแนนเพื่อให้นักเรียนเกิด |

| ปัญหาที่พบ | แนวทางในการแก้ไขปัญหา |
|--|---|
| วิทยาศาสตร์ยังได้น้อยอยู่ถึงแม้ว่าจะมีคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ก็ตาม | แรงจูงใจในการทำความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนในคาบ |

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ปีการศึกษา 2565 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 32

ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้และหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

| วงจร | คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 17 คน | | | | แปลผล | จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป |
|-----------|--|-----------------|-----------------|------------------|----------|--|
| | ข้อกล่าวอ้าง (4) | หลักฐาน (4) | ให้เหตุผล (4) | คะแนนรวม (12) | | |
| ก่อนเรียน | 1.59 (39.71) | 0.94 (23.53) | 0.29 (7.35) | 2.82 (23.53) | ปรับปรุง | 0 (0.00) |
| 1 | 2.59 (64.71) | 0.94 (23.53) | 0.29 (7.35) | 3.82 (31.86) | ปรับปรุง | 0 (0.00) |
| 2 | 3.53 (88.24) | 2.24 (55.88) | 1.71 (42.65) | 7.47 (62.25) | ดี | 14 (82.35) |
| 3 | 4.00 (100) | 3.65 (91.18) | 3.18 (79.41) | 10.82 (90.20) | ดีมาก | 17 (100) |

หมายเหตุ : ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บ () หมายถึง คิดเป็นร้อยละ

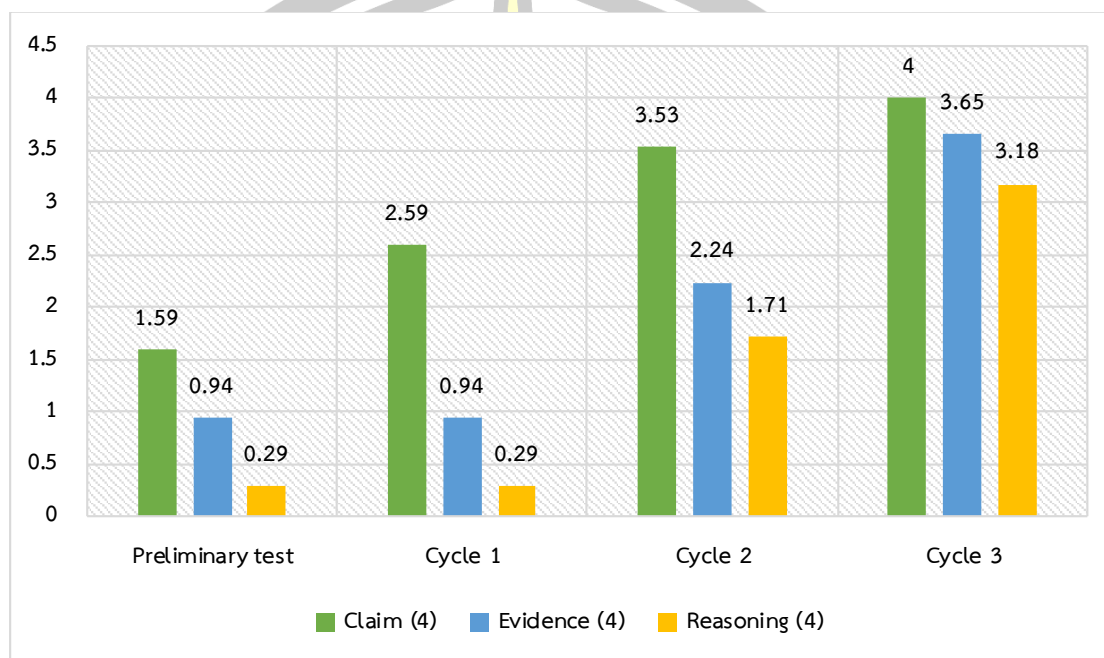
จากตารางที่ 32 แสดงให้เห็นว่า ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยได้สำรวจพบนักเรียนที่มีคะแนนในการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไปจำนวน 17 คน ต่อมาผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์รวมทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ ส่งผลให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 17 คน มีพัฒนาการในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไปทุกคน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 17 คน ยังไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไปทุกคน เมื่อพิจารณาคะแนนรวมทุกองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รวมเฉลี่ยเท่ากับ 3.82 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 31.86 ในขณะที่พิจารณาคะแนนเป็นรายด้าน รวมด้านละ 4 คะแนนเต็ม พบว่า นักเรียนเริ่มมีพัฒนาการในการระบุข้อกล่าวอ้าง ซึ่งจะเห็นได้จากคะแนนด้านการระบุข้อกล่าวอ้างของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.59 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.71 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่า ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แต่คะแนนด้านการระบุหลักฐาน และคะแนนด้านการให้เหตุผลมีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกับก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ดังภาพที่ 29) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนยังไม่เกิดพัฒนาการในด้านการระบุหลักฐาน และด้านการให้เหตุผล

วงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 14 คน ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 82.35 และยังไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 17.65 เมื่อพิจารณาคะแนนรวมทุกองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รวมเฉลี่ยเท่ากับ 7.47 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 62.25 ในขณะที่พิจารณาคะแนนเป็นรายด้าน รวมด้านละ 4 คะแนนเต็ม พบว่า คะแนนด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง การระบุหลักฐาน และการให้เหตุผลมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.53, 2.24 และ 1.71 คะแนน ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 88.24, 55.88 และ 42.65 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนเริ่มมีพัฒนาการครบทั้ง 3 องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 29

วงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 17 คน ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งถือว่าบรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงหยุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไว้เมื่อสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 3 เมื่อพิจารณาคะแนนรวมทุกองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รวมเฉลี่ยเท่ากับ 10.82 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 90.20 ในขณะที่พิจารณาคะแนนเป็นรายด้าน รวมด้านละ 4 คะแนนเต็ม พบว่า คะแนนด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง การระบุหลักฐาน และการให้เหตุผลมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.00,

3.65 และ 3.18 คะแนน ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 100, 91.18 และ 79.41 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในทุกองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 อย่างเห็นได้ชัดเจน ดังภาพที่ 29



ภาพที่ 29 คะแนนเฉลี่ยของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ที่มีความมุ่งหมายของงานวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป เป็นงานวิจัยที่ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ซึ่งหลังจากที่ผู้วิจัยได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการเขียนรายงานการวิจัยในบทที่ 5 โดยแบ่งหัวข้อออกเป็น 3 หัวข้อหลัก และเรียงตามลำดับดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยโดยยึดตามความมุ่งหมายของงานวิจัยที่ระบุไว้ว่า “เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป” ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 3.82 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 31.86 ยังไม่มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป วงจรปฏิบัติการที่ 2 จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ได้พัฒนาปรับปรุงแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 7.47 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 62.25 มีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป จำนวน 14 คน และมีนักเรียนที่คะแนนยังไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป จำนวน 3 คน วงจรปฏิบัติการที่ 3 จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ได้พัฒนาปรับปรุงแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 10.82 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 90.20 มีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไปทุกคน จำนวน 17 คน

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ มีประเด็นที่ได้นำมาอภิปราย ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

จากการวิเคราะห์ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 3.82 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 31.86 เมื่อพิจารณาคะแนนเป็นรายบุคคล พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ยังไม่มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ยังไม่มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไปก็ไม่ได้หมายความว่า นวัตกรรมจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จะไม่มีประสิทธิภาพที่จะพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งหากพิจารณาเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แล้ว ผู้วิจัยใช้เวลาเพียง 5 ชั่วโมง ซึ่งการที่จะพัฒนาให้นักเรียนเกิดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้นั้น จำต้องเป็นใช้เวลาในการเรียนรู้และฝึกฝนอยู่พอสมควร จึงจะทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาการในระดับที่สูงขึ้นได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุขาดา ศรีศกุน (2565) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในบทเรียนเรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน ซึ่งเป็นงานวิจัยที่ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีทั้งหมด 4 วงจรปฏิบัติการ ใช้เวลาวงจรปฏิบัติการละ 7 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 28 ชั่วโมง ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า ในแต่ละองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนในภาพรวมค่อนข้างต่ำ แต่เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 2 จึงเริ่มเห็นพัฒนาการคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wanloh and Nuangchalerm (2022) ที่ใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบกรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งได้ใช้เวลา 6 ชั่วโมงขึ้นไปในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ถึงทำให้นักเรียนบางคนเริ่มเกิดพัฒนาการจากระดับน้อยและระดับปานกลางเปลี่ยนแปลงไปสู่ระดับดีได้

นอกจากนี้สาเหตุที่ยังไม่มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไปในวงจรปฏิบัติการที่ 1 อาจเนื่องมาจากปัญหาที่พบในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้คือ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยยังมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะเรียนหลากหลายเกินไป

และยังเป็นเรื่องที่ไกลตัวนักเรียน เป็นผลให้นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ประเด็นเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องที่จะเรียนได้ กล่าวคือ นักเรียนเขียนระบุเรื่องที่จะเรียนไม่อยู่ภายใต้ขอบเขตเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบหายใจ รวมทั้งทำให้นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างไม่ตรงคำถาม ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อเนื้อหาไปถึงการระบุหลักฐาน และการให้เหตุผลของนักเรียน ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการถัดไปโดยการคัดสรรประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีความใกล้เคียงกับบริบทในชีวิตประจำวันของนักเรียน สามารถรับรู้จากสื่อต่าง ๆ ได้ และผู้วิจัยคอยถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์บ่อย ๆ เช่น ประเด็นการคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลมีประเด็นย่อยใดบ้างที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียนในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ นลพรรณ ไชยชนะ และคณะ (2564) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การใช้ประเด็นสถานการณ์ที่รับรู้ในชีวิตประจำวัน จะทำให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมเพื่อให้ได้หลักฐานที่จะนำไปใช้เชื่อมโยงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ และประสาท เนื่องเฉลิม (2551) ได้กล่าวไว้ว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน และที่สามารถรับรู้ได้จากสื่อต่าง ๆ เช่น โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ วารสาร หรืออินเทอร์เน็ต จะทำให้นักเรียนเกิดการคิด และตัดสินใจโดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น เช่น ประเด็นภาวะโลกร้อน เป็นต้น การที่ครูให้นักเรียนได้อ่านบทความและทำความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาที่ครูได้คัดสรรมาให้ ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงและสังคมใกล้ตัวนักเรียน ทำให้นักเรียนได้ทำการวิเคราะห์สถานการณ์ และสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาประเด็นต่าง ๆ ข้อมูลเท็จจริงในสถานการณ์ได้ (ชยพัทธ์ นาคกุลบุตร และคณะ, 2565) และ การใช้คำถามให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์จะช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง และมองเห็นความสัมพันธ์ของส่วนที่เกี่ยวข้องกันได้ (ณัฐกร ดวงพระเกษ, 2561; Bloom, 1956)

ปัญหาที่พบต่อมาก็คือนักเรียนไม่ค่อยสนใจอ่านประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในบทความเนื่องจากมีตัวหนังสือเยอะเกินไป ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการถัดไปโดยการปรับบทความให้กระชับมากขึ้น และหาคลิปวิดีโอที่เกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้น ๆ มาแทรกในบทความเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจศึกษาบทความ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐฤกษ์ ทองน้อย และคณะ (2560) ที่พบว่า แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เช่น การใช้สื่อมัลติมีเดียที่มีความน่าสนใจ และความยาวพอเหมาะ เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน สามารถส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ และยิ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Babokaite (2009) ที่พบว่า การใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถกระตุ้นความสนใจ และส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้

นอกจากนี้ยังพบปัญหาคือ นักเรียนใช้ความคิดของตนในการเขียนระบุหลักฐานและการให้เหตุผล นักเรียนยังเข้าใจคำว่า “หลักการทางวิทยาศาสตร์” คลาดเคลื่อน แม้ว่าจะก่อนเริ่มจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้อธิบายความหมาย องค์ประกอบ ลักษณะ และความสำคัญของการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนไปแล้ว ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการถัดไปโดยการให้นักเรียนร่วมกันวิพากษ์วิจารณ์คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยนำมาเป็นตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบให้เห็นถึงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีและไม่ดี เพื่อให้นักเรียนจำแนกและบอกให้ได้ว่าตัวอย่างคำอธิบายมีจุดแข็งอย่างไร เช่น การให้เหตุผลที่แสดงให้เห็นว่าหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือนักเรียนสามารถอธิบาย การแก้ไขจุดอ่อนของตัวอย่าง เช่น การใช้ความคิดเห็นเป็นหลักฐาน เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ อรณิชา หงษ์เกิด และคณะ (2561) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้วิพากษ์วิจารณ์เกี่ยวกับตัวอย่างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีและไม่ดีเปรียบเทียบกัน ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับ McNeill and Krajcik (2008) ที่ได้กล่าวไว้ว่าการใช้กลยุทธ์การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น กลยุทธ์ที่แสดงตัวอย่างและวิเคราะห์คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถส่งเสริมการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญญาพร แสงประเสริฐ และคณะ (2564) ที่พบว่า ในแต่ละขั้นตอนของกลยุทธ์ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1. กำหนดกรอบของการอธิบาย 2. แสดงและวิเคราะห์การอธิบาย 3. บอกความสำคัญของการอธิบาย 4. เชื่อมโยงการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับการอธิบายในชีวิตประจำวัน และ 5. ประเมินและให้ข้อเสนอแนะแก่นักเรียน จะช่วยฝึกฝนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

วงจรปฏิบัติการที่ 2

เมื่อทำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์วนซ้ำต่อเนื่องมาจนจบวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งได้ปรับปรุงพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 7.47 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 62.25 เมื่อพิจารณาคะแนนเป็นรายบุคคล มีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไปจำนวน 14 คน และมีนักเรียนที่คะแนนยังไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป จำนวน 3 คน ซึ่งแสดงให้นักเรียนมีพัฒนาในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เพราะเนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมด้วยการพูดคุยกัน ถามตอบ แสดงความคิดเห็น เปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลโดยใช้อุปกรณ์ไร้สายเคลื่อนที่ มีการนำเสนอและโต้แย้งในชั้นเรียน มีใบกิจกรรมที่แยกองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นข้อ ๆ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการสร้าง

คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานในการเรียนรู้ โดยผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาในหลักสูตรเชื่อมโยงกับโลกความเป็นจริงผ่านประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถอธิบายสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันและสังคมได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจที่มีความรู้และหัวใจ โดยเกิดจากที่ได้ฝึกการโต้แย้ง ฝึกตัดสินใจโดยอ้างอิงหลักฐานและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบความคิดเห็นของตน รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และคำนึงถึงผลกระทบของการตัดสินใจอันอยู่บนพื้นฐานคุณธรรม จริยธรรม วัฒนธรรม และความเชื่อของสังคม สอดคล้องกับงานวิจัยของ ฌ็อง กุซ มง น็อย และคณะ (2560) ที่พบว่า แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เช่น การให้คำปรึกษานักเรียนทุกคนเกี่ยวกับการทำงานเป็นกลุ่มอย่างทั่วถึง การกำหนดให้นักเรียนถามคำถามเพื่อนหลังการนำเสนอผลงาน และการเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้อินเตอร์เน็ตในมือถือเพื่อสืบค้นข้อมูล สามารถส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จะช่วยพัฒนาทักษะในการอภิปรายอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยมีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ และมีหลักฐานเชิงประจักษ์ ทักษะการตีความหมายเพื่อประเมินคุณค่า และความน่าเชื่อถือของข้อมูล และข่าวสารที่มีอยู่เสริมสร้างความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษา (Sadler and Zeidler, 2004) และสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พัฒนาทักษะการให้เหตุผล พัฒนาความสามารถตัดสินใจโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนจะนำมาตัดสินใจ สถานการณ์ต่าง ๆ โดยคำนึงถึงบริบททางสังคม เปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น วิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบรอบคอบ มีจิตสำนึกต่อสังคมในการตัดสินใจประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับสร้างการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับการดำรงชีวิตในสังคม การเมือง เศรษฐกิจ และวัฒนธรรม (ประสาธน์เนืองเฉลิม, 2557)

อีกทั้งการที่นักเรียนมีพัฒนาการในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นอาจเป็นผลเนื่องมาจากการที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นที่นักเรียนเผชิญกับประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ โดยผู้วิจัยได้คัดสรรประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีความใกล้เคียงกับบริบทในชีวิตประจำวันของนักเรียน และที่สามารถรับรู้ได้จากสื่อต่าง ๆ คอยถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์บ่อย ๆ มีการปรับบทความให้กระชับมากขึ้น และหาคลิปวิดีโอที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้น ๆ มาแทรกในบทความเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจศึกษาบทความ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นที่นักเรียนต้องเรียนรู้จากประเด็นปัญหา โดยผู้วิจัยคอยพูดกระตุ้นให้นักเรียนช่วยเพื่อนสืบค้นหาหลักฐานมาพูดคุยแลกเปลี่ยนกับเพื่อนภายในกลุ่มอย่างสม่ำเสมอ ให้นักเรียนร่วมกันวิพากษ์วิจารณ์คำอธิบายเชิง

วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยนำมาเป็นตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบให้เห็นถึงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีและไม่ดี เพื่อให้ให้นักเรียนจำแนกและบอกได้ว่าตัวอย่างคำอธิบายมีจุดแข็งอย่างไร และมีจุดอ่อนอย่างไร

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบทั้ง 3 ด้านคือ การระบุข้อกล่าว หลักฐาน และการให้เหตุผล รวมด้านละ 4 คะแนนเต็ม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้าน คือ 3.53 2.24 และ 1.71 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนมีพัฒนาการการระบุข้อกล่าว หลักฐาน และการให้เหตุผลดีขึ้นเมื่อเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 1 อีกทั้งยังแสดงให้เห็นว่าด้านการระบุข้อกล่าวอ้างนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 88.24 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีชั้นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างในชั้นที่ 1 ชั้นเผชิญกับประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ เป็นชั้นที่นักเรียนได้รับรู้และเผชิญกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จากการที่ครูได้คัดสรรและหยิบยกขึ้นมาเสนอในชั้นเรียนผ่านสื่อการสอนที่น่าสนใจเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย โดยครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ ระบุข้อควรคำนึงถึงสังคม และระบุความเชื่อมโยงประเด็นนั้น ๆ กับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียนลงในใบกิจกรรม เนื่องจากการใช้คำถามที่นำไปสู่การเรียนรู้ของผู้เรียนต้องเป็นคำถามที่จุดประกาย ความคิดของนักเรียน และคำถามต้องเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาและใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน (Elsteest, 2001) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Suhandi et al. (2018) ที่พบว่า การใช้คำถามกระตุ้นร่วมกับการใช้สถานการณ์จากคลิปวิดีโอจะส่งผลให้นักเรียนเกิดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการระบุข้อกล่าวอ้างดียิ่งขึ้น

คะแนนด้านการระบุหลักฐาน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.24 คิดเป็นร้อยละ 55.88 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างได้ตรงคำถาม อีกทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 2 ชั้นเรียนรู้จากประเด็นปัญหา เป็นชั้นที่มีกิจกรรมส่งเสริมการระบุหลักฐานของนักเรียนโดยนักเรียนได้ใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาระบุเป็นหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างเขียนลงในใบกิจกรรม สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภัทรสุดา หาดขุนทด และคณะ (2563) ได้ส่งเสริมการระบุหลักฐานของนักเรียนโดยให้นักเรียนวางแผนการสำรวจตรวจสอบลงมือปฏิบัติ สืบค้นข้อมูลหรือทดลองเพื่อเก็บหลักฐานเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอและนำไปใช้ในการอ้างอิงสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยนักเรียนบันทึกหลักฐานลงในแบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Duschl (2003); Sandoval and Reiser (2004) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นการฝึกให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลและแปลงข้อมูลดังกล่าวเป็นหลักฐานเพื่อใช้การอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้

ดังนั้นการจัดกิจกรรมที่นำทางให้นักเรียนได้พบหลักฐาน เช่น ให้นักเรียนได้สืบเสาะด้วยวิธีการต่าง ๆ จึงช่วยส่งเสริมให้นักเรียนระบุหลักฐานได้ (นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์, 2562)

เมื่อพิจารณาคะแนนด้านการให้เหตุผล นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.71 คิดเป็นร้อยละ 42.65 ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนได้คะแนนน้อยที่สุด แม้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นที่ 2 ชั้นเรียนรู้จากประเด็นปัญหา ซึ่งนอกจากจะเป็นชั้นที่ส่งเสริมการใช้หลักฐานแล้วยังเป็นชั้นที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีการให้เหตุผลโดยการอธิบายเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อีกด้วย แต่ยังพบว่านักเรียนบางคนมีปัญหาในการเลือกใช้หลักฐานและให้เหตุผล ทั้งนี้เนื่องจากในชั้นที่ 2 นักเรียนมีเวลาไม่เพียงพอในการทำกิจกรรม จึงส่งผลให้คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สร้างขึ้นขาดความครบถ้วนและเหมาะสม โดยเฉพาะการระบุหลักฐาน และการให้เหตุผล สอดคล้องกับ Jutanaruepakit (2018) ที่กล่าวว่า คะแนนของนักเรียนก่อนเรียน และคะแนนของนักเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับดีนักเรียนเขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน เนื่องจากมีเวลาที่ใช้ในการทำแบบค่อนข้างจำกัด ทำให้นักเรียนเร่งรีบจึงขาดความตั้งใจในการทำแบบทดสอบ ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการถัดไปโดยการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในใบกิจกรรมให้กระชับ โดยการให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ไม่ได้ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการบ้าน อีกทั้งคอยกระตุ้นฝึกให้นักเรียนทำกิจกรรมให้แล้วเสร็จภายใต้สภาวะที่มีเวลาอย่างจำกัด

อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนจำนวน 3 คน ที่คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ยังไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ เรื่องระบบหายใจ ตามหัวข้อที่ได้ศึกษาในคาบเรียน ซึ่งแต่ละหัวข้อล้วนเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนไม่แน่ใจว่าจะใช้คำสำคัญใดบ้างในการสืบค้นหาหลักฐานเพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และทำให้ไม่แน่ใจว่าข้อมูลที่อยู่ในบทความจะสอดคล้องกับเรื่องที่เรียนหรือไม่ อีกทั้งการที่นักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจในเนื้อหาที่ศึกษาในคาบเรียน เป็นอุปสรรคต่อการทำกิจกรรมที่จะนำสิ่งที่ได้ศึกษาเรียนรู้มาใช้เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการถัดไปโดยการกระตุ้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้ อภิปรายประเด็น และแสดงความคิดเห็นของตนเองกับเพื่อนภายในกลุ่มให้มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wanloh and Nuangchalerm (2022) ที่ได้กล่าวว่า การที่นักเรียนจะมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้นั้น นักเรียนต้องมีการแสดงพฤติกรรมที่นักเรียนมีการพูดคุย สื่อสาร แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันกับเพื่อนภายในกลุ่ม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ginanjar (2015) ที่ได้กล่าวว่า การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของนักเรียนทำให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยการเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sulistina et al. (2021) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การที่ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และแสดงความคิดเห็นกับเพื่อน จะส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น

ได้ ซึ่งการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่ใช้ความสามารถทางปัญญาเท่านั้น แต่ยังจำเป็นต้องมีทักษะในการสื่อสารอีกด้วย

วงจรปฏิบัติการที่ 3

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงและพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จากวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 10.82 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 90.20 เมื่อพิจารณาคะแนนเป็นรายบุคคลพบว่า มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไปทุกคน ซึ่งมีทั้งหมดจำนวน 17 คน ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากการที่ผู้วิจัยได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่นักเรียนต้องเรียนรู้จากประเด็นปัญหา โดยผู้วิจัยได้กระตุ้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้ และแสดงความคิดเห็นของตนเองกับเพื่อนภายในกลุ่มให้มากยิ่งขึ้น เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่ช่วยนำทางให้นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเพื่อให้ได้หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และได้หลักฐานที่มีความสอดคล้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และเนื้อหาที่เรียน แล้วนำความรู้ความเข้าใจในเนื้อหามาใช้เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้ อีกทั้งผู้วิจัยได้ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในกิจกรรมให้กระชับ โดยการให้นักเรียนทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับชั้นการสอนที่ 3 ชั้นสังเคราะห์แนวคิดและแนวทางปฏิบัติ ซึ่งไม่ได้ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการบ้าน และคอยกระตุ้นฝึกให้นักเรียนทำกิจกรรมให้แล้วเสร็จภายใต้สถานะที่มีเวลาอย่างจำกัด เพื่อให้นักเรียนมีเวลาเพียงพอในการทำกิจกรรม

หากพิจารณาคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน รวมด้านละ 4 คะแนนเต็ม คือ การระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้าน คือ 4.00 3.65 และ 3.18 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนมีพัฒนาการการระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลดีมากขึ้นเมื่อเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 2 อีกทั้งยังแสดงให้เห็นว่าด้านการระบุข้อกล่าวอ้างนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 100 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการระบุข้อกล่าวอ้างเป็นองค์ประกอบที่ง่ายที่สุด เพราะเป็นข้อยืนยันหรือคำตอบเบื้องต้นของคำถาม ซึ่งผู้วิจัยมีการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันวิเคราะห์ และอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นที่ผู้วิจัยได้คัดสรรมาให้เพื่อระบุข้อกล่าวอ้างโดยให้นักเรียนเลือกตอบคำถามโดยอาศัยข้อมูลที่มีอยู่ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และข้อควรคำนึงถึงสังคมที่มีอยู่ในจิตใจของนักเรียนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ญัฐวัตร อ้ายแก้ว และสุมาลี ชุกกำแพง (2564) ที่ศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการนำเอาประเด็นที่อยู่ใกล้ตัว และเป็นที่น่าสนใจของนักเรียนมาเป็นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้สร้างข้อกล่าวอ้าง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sadler & Zeidler (2004) ที่ศึกษาพบว่า การจัดกิจกรรมกลุ่มที่เน้นให้นักเรียนได้อภิปรายประเด็นทางสังคมที่

เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องหรือมีผลกระทบในหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านสังคม ด้านเศรษฐกิจ และด้านศิลปกรรม สามารถส่งเสริมให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้างได้

คะแนนองค์ประกอบด้านหลักฐาน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรองลงมาคือ 3.65 คิดเป็นร้อยละ 91.18 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่นักเรียนได้สืบค้นข้อมูล หาหลักฐานโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจและใกล้ตัวนักเรียนเป็นฐานในการสืบค้น นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ ตามหัวข้อที่ได้ศึกษาในคาบเรียน ซึ่งแต่ละหัวข้อล้วนเกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนแน่ใจว่าจะใช้คำสำคัญใดบ้างในการสืบค้นหาหลักฐานเพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และทำให้แน่ใจว่าข้อมูลที่อยู่ในบทความสอดคล้องกับเรื่องที่เรียนหรือไม่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sandoval and Millwood (2005) ที่ศึกษาพบว่า ทักษะการใช้หลักฐานเป็นทักษะที่เกิดขึ้นได้ยาก ซึ่งการที่นักเรียนจะเกิดทักษะการใช้หลักฐานได้นั้น นักเรียนต้องมีความเข้าใจประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาของหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Faizah et al. (2018) ที่กล่าวไว้ว่า กิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานได้นั้น เป็นกิจกรรมในรูปแบบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเหตุการณ์ หรือประเด็นสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถรวบรวมหลักฐานได้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐวดี อ้ายแก้ว และสุมาลี ชุกำแพง (2564) ที่ศึกษาพบว่า การเลือกใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เป็นปัจจุบัน และเป็นที่น่าสนใจของคนในสังคม รวมทั้งนักเรียน และเป็นประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อนักเรียนจะช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในการสืบค้นข้อมูล และค้นคว้าหาหลักฐานได้

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาคะแนนด้านการให้เหตุผล นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.18 คิดเป็นร้อยละ 79.41 ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนยังคงได้คะแนนน้อยที่สุด แม้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นที่ 2 ชั้นเรียนรู้จากประเด็นปัญหา ซึ่งนอกจากจะเป็นขั้นที่ส่งเสริมการใช้หลักฐานแล้วยังเป็นขั้นที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีการให้เหตุผลโดยการอธิบายเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อีกด้วย ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในขั้นนี้ แต่ยังคงพบว่านักเรียนบางคนยังไม่ค่อยร่วมแสดงความคิดเห็น อภิปราย และแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนภายในกลุ่มเท่าที่ควร ทำให้นักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนในคาบ จึงส่งผลให้นักเรียนทำคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ยังได้น้อยอยู่ถึงแม้ว่าจะมีคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ก็ตาม สอดคล้องกับงานวิจัยของ จีวรรณ หนูเจริญ และจรรยา ดาสา (2566) ที่ศึกษาพบว่า หากนักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา นักเรียนจะสามารถใช้ความรู้ในด้านเนื้อหาอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์อย่างง่ายในบริบทที่คุ้นเคยหรือเกี่ยวข้องตรง ๆ กับชีวิตประจำวันของนักเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของนำพงศ์ จันทร์โท และคณะ (2565) ที่

ศึกษาพบว่า การให้เหตุผลเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนขาดมากที่สุดในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหากนักเรียนมีความรู้เดิมเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ หรือสามารถให้เหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานที่สอดคล้องกับคำถามได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญญาพร แสงประเสริฐ และคณะ (2564) ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนมีคะแนนในองค์ประกอบการให้เหตุผลน้อยที่สุด ซึ่งนักเรียนต้องมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องจึงจะสามารถให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ McNeill and Krajcik (2006) ที่ได้ศึกษาพบว่า การให้เหตุผลเป็นเรื่องที่ยากมากที่สุดสำหรับนักเรียน เพราะในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นักเรียนต้องเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน โดยการใช้ความรู้หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนคำตอบของนักเรียน และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Badeo and Duque (2022) ที่ศึกษาพบว่า การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์จะส่งผลต่อการเรียนรู้เนื้อหาของนักเรียน รวมทั้งทำให้มีความรอบรู้ มีการตัดสินใจ และมีการให้เหตุผลที่ดีขึ้น

จากผลการวิจัยทำให้ผู้วิจัยได้ข้อค้นพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ทำการเรียนรู้ผ่านการเผชิญประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนให้ความสนใจ และเป็นประเด็นที่นักเรียนรับรู้ได้ในชีวิตประจำวันผ่านสื่อต่าง ๆ ทำให้นักเรียนสนใจศึกษาและวิเคราะห์ประเด็นเพื่อระบุเป็นข้อกล่าวอ้าง รวมทั้งเชื่อมโยงประเด็นเข้ากับเนื้อหาที่เรียนได้อีกด้วย โดยในการตัดสินใจเพื่อยืนยันระบุเป็นข้อกล่าวอ้างนั้น นักเรียนได้ระบุข้อควรคำนึงถึงสังคมประกอบข้อกล่าวอ้างของตนเองอย่างมีคุณธรรม และจริยธรรม ซึ่งนักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม ได้พูดคุยกัน ได้แสดงความคิดเห็นโต้แย้งอภิปรายประเด็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ผู้วิจัยได้เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ อย่างอิสระ ทำให้นักเรียนเกิดความสามารถในการเลือกใช้หลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือและเพียงพอเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ อีกผู้ทั้งวิจัยยังให้ความสำคัญกับความรู้ทางชีววิทยา โดยการให้นักเรียนทำใบงานเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาที่จะต้องเรียน ซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้มาให้เหตุผลเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้ มีการใช้กลยุทธ์แสดงตัวอย่างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนจำแนกและบอกให้ได้ว่าตัวอย่างคำอธิบายมีจุดแข็งและจุดอ่อนอย่างไร มีใบกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีกิจกรรมให้นักเรียนกลุ่มที่มีความคิดเห็นต่างกับกลุ่มอื่นใช้คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นำเสนอหน้าชั้นเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอสามารถแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม ชักถามโต้แย้งเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับเพื่อนที่ออกไปนำเสนอได้

ตามความเหมาะสม ซึ่งเป็นบรรยากาศที่นักเรียนเปิดใจกว้างรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น คือยอมรับ ข้อกล่าวอ้างที่มีหลักฐาน เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และควรคำนึงถึงสังคมรองรับ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีได้ (Mahanani et al, 2019) อีกทั้งการที่ครูผู้สอนมีการยกประเด็นที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นได้ (McNeill and Krajcik, 2008) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Herman et al. (2019) ที่ได้ตรวจสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และมุมมองที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยอิงสถานที่เป็นฐาน (place-based SSI) กลุ่มตัวอย่างที่ตรวจสอบคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 60 คน โดยตรวจสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามปลายเปิด ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยอิงสถานที่เป็นฐาน ช่วยส่งเสริมให้คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความแม่นยำและซับซ้อนมากยิ่งขึ้น และทำให้เปลี่ยนแปลงมุมมองของนักเรียนที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mahanani et al. (2019) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ต่อทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนจำนวน 90 คน ซึ่งเป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย รวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะและการจัดการเรียนรู้แบบยืนยัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sulistina et al. (2021) ที่ได้ทำการวิเคราะห์ทักษะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยคำอธิบาย กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียนสองกลุ่มจำนวน 30 คน กลุ่มทดลองจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยคำอธิบาย และกลุ่มควบคุมจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทาง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นคำถามปลายเปิด ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nam and Chen (2017) ที่ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการส่งเสริมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ผ่านประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้คือครูในโรงเรียนมัธยมศึกษา ในประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 20 ท่าน ผลการวิจัยพบว่า การนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้นั้นมีศักยภาพที่จะปรับปรุงการโต้แย้งของกลุ่มตัวอย่างได้มากขึ้น นอกจากนี้การนำการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาผนวกเข้ากับประเด็นทางสังคมที่

เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ยังพัฒนาให้เกิดการเจรจาต่อรองทางสังคมและความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ อีกด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ วันเพ็ญ คำเทศ และคณะ (2566) ที่ได้ศึกษาผลการจัด ประสบการณ์การสร้างหลักฐานทางวิทยาศาสตร์และการเขียนอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อ ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูชีววิทยา และเปรียบเทียบความสามารถ ในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูชีววิทยาก่อนและหลังการเรียนรู้ เป็นการ จัด ประสบการณ์ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยกำหนดสถานการณ์ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาครูชีววิทยาสามารถออกแบบการทดลองเพื่อสร้างหลักฐานมาสนับสนุนสมมติฐานการ ทดลอง และสามารถนำหลักฐานมาประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้หลังจากการได้รับ ข้อมูลย้อนกลับจากผู้สอน ส่งผลให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้นถูกต้องครบถ้วนมากขึ้น ข้อมูลจาก แบบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการ อธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐกฤษ ทอง น้อย และคณะ (2560) ได้ทำวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อหาแนวปฏิบัติที่ดีของฉันทในการจัดการเรียนรู้โดย ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 33 คน เก็บรวบรวมข้อมูลจากบันทึกหลังการ จัดการเรียนรู้ และอนุทินสะท้อนความคิดเห็นของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของอรณิชา หงษ์เกิด และคณะ (2561) ได้ ทำวิจัยเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 44 คน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานและแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีระดับพัฒนาการในการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงอาจกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาให้นักเรียนเกิดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ได้

ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ประเด็นที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ควรเป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ที่มีความใกล้เคียงกับบริบทในชีวิตประจำวันของนักเรียน สามารถรับรู้ได้จากสื่อต่าง ๆ

ควรเป็นประเด็นที่มีเกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน และควรนำเสนอประเด็นโดยแทรกสื่อที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียน เช่น วิดีทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็น

1.2 การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ซ้ำกันในบางแผนการจัดการเรียนรู้ อาจทำให้นักเรียนเบื่อและไม่สนใจเรียนได้ ดังนั้นควรใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ให้มีความหลากหลายไม่ซ้ำกันในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เช่น อาจใช้ประเด็น “แอมไซยาไนต์” และประเด็น “ไซยาไนต์ในยาฆ่าแมลง” เป็นต้น

1.3 จากประเด็นที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 ประเด็น “โควิด-19 กับการแข่งขันกีฬา” ผู้ที่สนใจนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้สามารถปรับประเด็นให้กว้างขึ้นได้ เช่น ประเด็น “โควิด-19 กับการระบาดใหญ่” เพราะการติดเชื้อโควิด-19 นอกจากอาจส่งต่อการแข่งขันกีฬาแล้ว ยังอาจส่งผลกระทบต่อกิจกรรมอื่น ๆ ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ได้

1.4 ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรตรวจสอบว่านักเรียนทุกคนเข้าใจความหมาย ความสำคัญ และองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนแล้วหรือไม่ โดยการแสดงตัวอย่างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนจำแนกและเปรียบเทียบให้ได้ว่าตัวอย่างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีจุดแข็งและจุดอ่อนอย่างไร

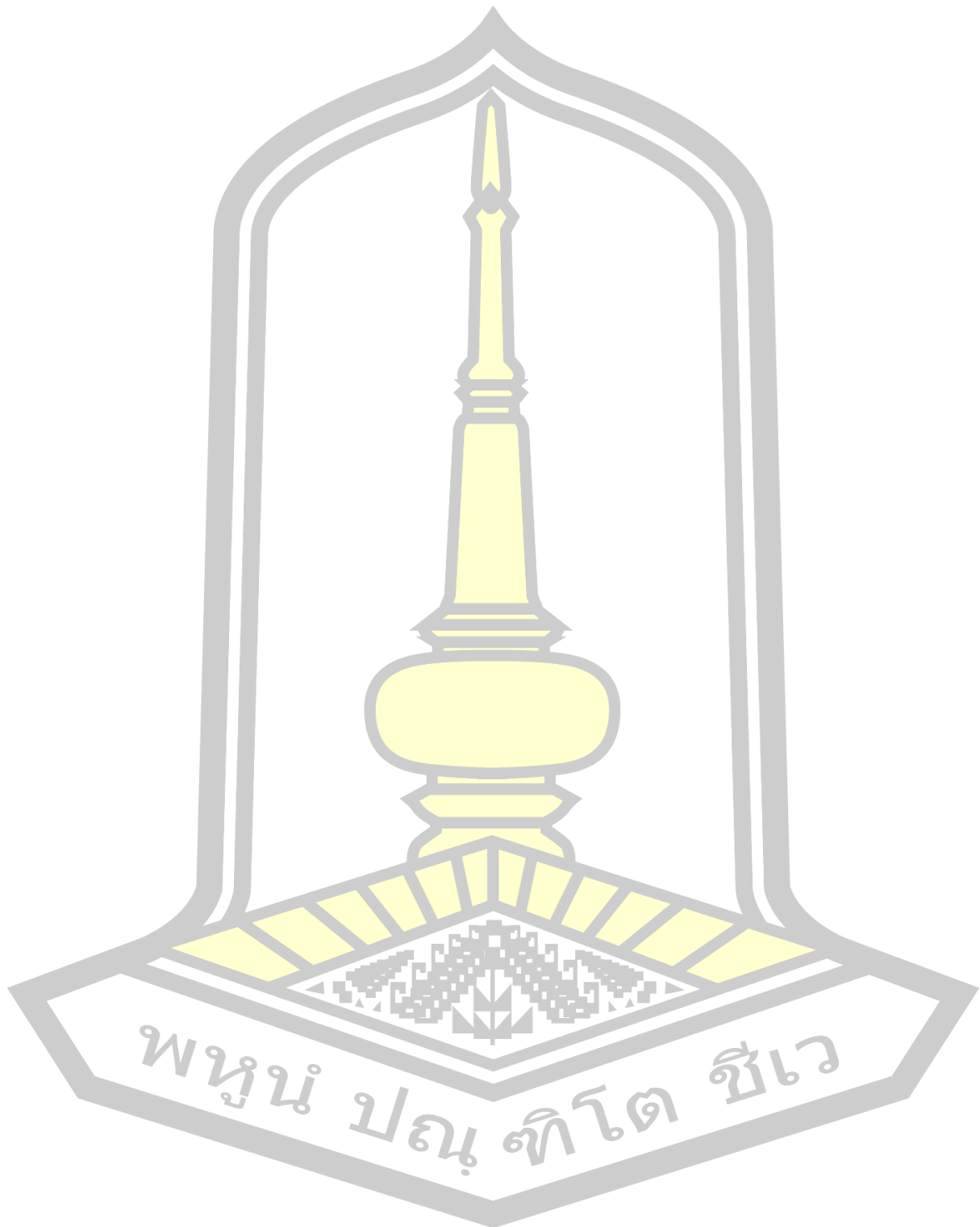
1.5 ในระหว่างที่จัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้น ต้องกำหนดเวลาให้นักเรียนทำกิจกรรมอย่างชัดเจนและคอยกำกับให้นักเรียนรักษาเวลาในขณะทำกิจกรรม และควรเน้นให้ความสำคัญกับขั้นการสอนที่มีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดพัฒนาการในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ก็เพื่อให้นักเรียนมีเวลาเพียงพอในการทำกิจกรรม

1.6 ควรให้ความสำคัญในขั้นตอนที่นักเรียนมีการอภิปรายประเด็น แลกเปลี่ยนความรู้ และแสดงความคิดเห็นร่วมกัน เนื่องจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายประเด็น แลกเปลี่ยนความรู้ แสดงความคิดเห็น จะส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นได้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในโอกาสต่อไป

2.1 ในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถทำให้เกิดตัวแปรตามตัวอื่น ๆ ได้ ผู้วิจัยจึงขอแนะนำให้มีการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไปพัฒนาตัวแปรอื่น ๆ เช่น การโต้แย้ง การให้เหตุผล มุมมองที่มีต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่จะนำไปสู่การคิดตัดสินใจอย่างรอบคอบ

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์. (2558). ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมเพื่อทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 16(2), 1-8.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กุลิสรา จิตรชญาวนิช และเกศราพรรณ พันธุ์ศรีเกตุ คงเจริญ. (2563). *วิธีการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์. (2563). ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม : อีกทางเลือกของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงรุก. *วารสารวิชาการ*, 23(2), 34-43.
- เขมรัฐ จุฑานุกปกิจ, เอกภูมิ จันทร์ขันธ์ และสุศักดิ์ เชียงกา. (2561). การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แบบ 5 ขั้น เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาครั้งที่ 13 จัดโดยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต*. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต. 1741-1753.
- จกมล บุณรอด. (2557). *ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิรวรรณ หนูเจริญ และจรรยา ดาสา. (2566). ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและโภชนาการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารราชพฤกษ์*, 21(1), 91-105.
- ชยพัทธ์ นาคกุลบุตร, สมศิริ สิงห์ลพ และเชษฐ ศิริสวัสดิ์. (2565). การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์โดยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 20(1), 241-256.
- ฐิติวรดา พลเยี่ยม. (2563). *การออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. มหาสารคาม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ณัฐกร ดวงพระเกษ. (2561). การจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามตามแนวทางการคิดในระดับสูงของบลูม. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี*, 8(3), 130-138.

ณัฐกฤษ ทองน้อย, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, ปราโมทย์ ชำนาญปิ่น และภาธร พงศ์ไพจิตร. (2560). แนวปฏิบัติที่ดีของฉันทในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เรื่อง “หญ้าเทียม” เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55*. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 41-48.

_____. (2560). *การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบนิเวศ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐวัตร อ้ายแก้ว, และ สุมาลี ชุกำแพง. (2564). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. *วารสารครุพิบูล*, 8(1), 135-147.

ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2551). *การวิจัยปฏิบัติการ*. อุบลราชธานี: บริษัท ยงสวัสดิ์อินเตอร์กรุ๊ป จำกัด.

นลพรรณ ไชยชนะ, เกริก ศักดิ์สุภาพ และสุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่ส่งผลต่อความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารบัณฑิตวิจัย*, 12(2), 31-44.

นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์. (2562). การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, 12(1), 40-54.

นำพงศ์ จันทร์โท, สิริรญา กิจเกื้อกุล และสุริยา ชาปู้. (2565). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาคุณภาพร่างกายมนุษย์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 24(1), 176-187.

บุญชม ศรีสะอาด. (2551). *พื้นฐานการวิจัยการศึกษา*. กทม: ประสานการพิมพ์.

บุญญาพร แสงประเสริฐ, ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ และนพมณี เชื้อวัชรินทร์. (2564). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับกลยุทธ์การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 23(4), 240-252.

ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- _____. (2551). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Socioscientific. วารสาร
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2(3), 99-106.
- _____. (2557). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. มหาสารคาม: อภิชาติการพิมพ์.
- _____. (2561). วิจัยปฏิบัติการทางการเรียนการสอน. ขอนแก่น: คลังนานาวิทยา.
- _____. (2564). วิจัยการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- พิชญา ศิลาม่อม. (2561). ผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน
ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์เป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการ
สอน, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พินิจ ขำวงษ์. (2551). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์.
เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง สอนวิทยาศาสตร์อย่างไรให้สอดคล้องกับบริบท.
ภัทรสุดา หาดขุนทด, นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงค์ และดวงเดือน สุวรรณจินดา. (2563). ผลการจัดการ
เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศและการสร้างคำอธิบายเชิง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศสวนกุหลาบ
วิทยาลัย. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 35(1), 35-47.
- _____. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิง
วิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศและการสร้าง
คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศสวน
กุหลาบวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม). (2563). หลักสูตรสถานศึกษาตามหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุงตัวชี้วัด พุทธศักราช 2560
(ฉบับปรับปรุง ปีการศึกษา 2563).
- วณิชชา หมั่นเรียน. (2562). การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง
การสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ
MACRO MODEL ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (GRAPHIC ORGANIZERS). วิทยานิพนธ์
ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรังสิต.
- วรรณดี สุทธินรากร. (2563). การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อสร้างความหมายใหม่ในการเรียนรู้
เชื่อมโลกและห้องเรียนไว้ด้วยกัน. กรุงเทพมหานคร: บริษัทสำนักพิมพ์สยามปริทัศน์ จำกัด.

- วันเพ็ญ คำเทศ, นันทรัตน์ เครืออินทร์ และทัศนิน วรรณเกตุศิริ. (2566). การพัฒนาความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูชีววิทยาโดยการจัดประสบการณ์การสร้างหลักฐานทางวิทยาศาสตร์และการเขียนอธิบายทางวิทยาศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 25(1), 238-251.
- วาสนา ช่างเพ็ชร. (2562). การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่องการหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรังสิต.
- วีระยุทธ ขาตะกายูจน์. (2558). การวิจัยปฏิบัติการ. *วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี*, 2(1), 29-49.
- ศิริัญญา ทิริโอ, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, ปราโมทย์ ชำนาญปิ่น และภาธร พงศ์ไพจิตร. (2563). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การหมุนเวียนสารในร่างกาย ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะผ่านอุปกรณ์ไร้สายเคลื่อนที่. *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 21*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศศิกานต์ นิมดำ, นवलจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์ และดวงเดือน สุวรรณจินดา. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดเล็ก. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 35(2), 96-109.
- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21*. สมุทรปราการ: บริษัท เนว่าเอ็ดดูเคชั่น จำกัด.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2553). *ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 4. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สันติชัย อนูวรชัย. (2553). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2557). การจัดการเรียนรู้ด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช*, 7(2), 1-14.

- สุชาติ ศรีศกุน. (2565). การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในบทเรียนเรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 13(1), 23-41.
- องอาจ นัยพัฒน์ . (2548). *การออกแบบการวิจัย: วิธีการเชิงคุณภาพ และผสมผสานวิธีการ*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรณิชา หงษ์เกิด. (2561). *การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- _____, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และปราโมทย์ ชำนาญปิ่น. (2561). การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 56*. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 1-10.
- อัศวิน ธนะปะต, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และพัฒน์ จันทร์โรทัย. (2558). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ทรัพยากรธรรมชาติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. *วารสารวิจัย มช. (ฉบับบัณฑิตศึกษา) สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 3 (2), 14-24.
- Allen , J., & Meredith, P. K. (2015). *Formulating Scientific Explanations Using the Claim, Evidence, and Reasoning (CER) Framework*. Retrieved from <https://www.questia.com/library/journal/>.
- Babokaite, H. (2009). Visualization in Science Education: The Results of Pilot Research in Grade 10. *Problem of Education in 21st Century*, 16, 23-29.
- Badeo, J. M., & Duque, D. A. (2022). The effect of Socio-Scientific Issues (SSI) in teaching science: a meta-analysis study. *Journal of Technology and Science Education*, 12(2), 291-302.
- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2008). Making sense of argumentation and explanation. *Journal of Science Education*, 93(1), 26-55.
- Biological Science Curriculum Study. (2014). *Scientific explanation tool guide for teachers*.

- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook: The Cognitive Domain*. New York: David McKay.
- Bybee, R. W. (2004). *Science Inquiry and Scientific Teaching*. In Flick, L. B. and Lederman, N. G., *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implication for Teaching, Learning, and Teacher Education*, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Coghlan, D., & Brannick, T. (2001). *Doing Action Research in Your Own Organization*. London: Sage.
- Duschl, R. A. (2003). Assessment of inquiry. In J. M. Atkin, & J. E. Coffey (Eds.), *Everyday assessment in the science classroom*. Washington, DC: National Science Teachers Association Press.
- Elks, I. (2010). *Making chemistry teaching relevant and promoting scientific literacy by focusing on authentic and controversial socio-scientific issues*. In Annual Meeting of the Society for Didactics in Chemistry and Physics, Potsdam, Germany.
- Elsteest, J. (2001). *The right question at the right time*. England: Heineman.
- Evans, J. H. (2002). *Playing God? Human genetic engineering and rationalization of public bioethical debate*. Chicago: University of Chicago Press.
- Faizah, L., Probosari, R. M., & Karyanto, P. (2018). Penerapan Problem based learning untuk meningkatkan keterampilan argumentasi lisan siswa kelas xi pada pembelajaran biologi. *Jurnal Biotek*, 6(2), 1-12.
- Gilbert, J. K., Boulter, C. J., & Rutherford, M. (2000). Explanations with models in science education. In *Developing models in science education*, (pp. 193-208) Springer, Dordrecht.
- Ginanjari, W. S. (2015). Penerapan model argument-driven inquiry dalam Pembelajaran IPA untuk meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa SMP. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 20(1), 32-37.
- Herman, B. C., Owens, D. C., Oertli, R. T., Zangori, L. A., & Newton, M. H. (2019). Exploring the complexity of students' scientific explanations and associated nature of science views within a place-based socioscientific issue context. *Science & Education*, 28(3), 329-366.

- Johnson, A. P. (2008). *A Short Guide to Action Research*. Boston: Pearson Education.
- Jutanaruepakit, K. (2018). Implementing scientific inquiry approaches to develop grade 10th students' scientific explanation in the topic of circular motion. *The 13th RSU National Graduate Research Conference*. Bangkok: Rangsit University.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planer (3rd ed.)*. Victoria: Deakin University.
- Kolsto, S. D. (2006). Patterns in students' argumentation confront risk-focused socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 28(14), 1689-1716.
- Lewis, H. L. (2003). Differences in ego identity among college students across age, ethnicity, and gender. *Identity: An International Journal of Theory and Research*, 3(2), 159-189.
- Lewis, S. E. (2003). *Issue-Based Teaching in Science Education*. Retrieved from <http://www.actionbioscience.org>.
- Lin, S., & Mintzes, J. J. (2010). *Learning Argumentation Skills Through Instruction in Socioscientific Issues: The effect of ability level*. Taiwan: National Science .
- Mahanani, I., Rahayu, S., & Fajaroh, F. (2019). The Effect of Inquiry Based Learning with Socioscientific Issues Context on Critical Thinking Skills and Scientific Explanation. *Jurnal Kependidikan: Penelitian Inovasi Pembelajaran*, 3(1), 53-68.
- McCain, K. (2015). The nature of scientific knowledge. *Science & Education*, 24, 827-854.
- McKernan, J. (1996). *Curriculum Action Research : A Handbook of Method and Resources for Reflecive Practitioner*. Oxford: Kogan Page.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2007). *Instructional strategies to support students writing scientific explanations. Science as inquiry in the secondary setting*. Washington, DC: National Science Foundation.
- _____, & Krajcik, J. (2008). *Inquiry and scientific explanations: Helping student use evidence and reasoning*. Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.

- _____, & Krajcik, J. (2008). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 55-78.
- _____, & Krajcik, J. (2006). Supporting students' construction of scientific explanation through generic versus context-specific written scaffolds. *In annual meeting of the American educational research association*, San Francisco.
- _____, & Krajcik, J. S. (2011). Supporting Grade 5-8 Students in Constructing Explanations in Science: The Claim, Evidence, and Reasoning Framework for Talk and Writing. *Pearson*.
- _____, Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153-191.
- Moje, E. B., Peek-Brown, D., Sutherland, L. M., Marx, R. W., Blumenfeld, P., & Krajcik, J. (2004). Explaining explanations: Developing scientific literacy in middle-school project-based science reforms. *Bridging the gap: Improving literacy learning for preadolescent and adolescent learners in grades*, 4(12), 227-251.
- Nam, Y., & Chen, Y. C. (2017). Promoting argumentative practice in socio-scientific issues through a science inquiry activity. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 3431-3461.
- National Research Council (NRC). (1996). *National Science Education Standards*. Washington DC: National Academic Press.
- Nawani, J., von Kotzebue, L., Spangler, M., & Neuhaus, B. J. (2018). Engaging students in constructing scientific explanations in biology classrooms: a lesson-design model. *Journal of Biological Education*, 53(4), 378-389.
- Ningsi, S., Suhandi, A., Kaniawati, I., & Samsudin, A. (2019). KTG-SESC: Development of scientific explanation skills test instrument. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3).
- Novak, A. M., & Treagust, D. F. (2018). Adjusting claims as new evidence emerges: Do students incorporate new evidence into their scientific explanations?. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(4), 526-549.

- Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD). (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. Paris: PISA, OECD Publishing.
- Osborne, J. F., & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction?. *Science Education*, 95(4), 627-638.
- Pitpiomtavin, S., & Topcu, M. S. (2016). Teaching based on socioscientific issues in science classrooms: A review study. *KKU International Journal of Humanities and Social Sciences*, 6(1), 119-136.
- Ratcliffe, D. N., & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: Teaching socioscientific issues*. Maidenhead: Open University.
- Ratcliffe, D. (1997). *The Raven*. San Diego : Academic Press.
- Reiser, B. J., Berland, K. L., & Kenyon, L. (2012). Engaging students in the scientific practices of explanation and argumentation. *Science and Children*, 49(8), 8-13.
- Ruiz-Primo, M. A., Li, M., Tsai, S. P., & Schneider, J. (2010). Testing one premise of scientific inquiry in science classrooms: Examining students' scientific explanations and student learning. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 47(5), 583-608.
- Rundgren, C. J., Eriksson, M., & Rundgren, S. N. (2016). Investigating the Intertwinement of Knowledge, Value, and Experience of Upper Secondary Students' Argumentation Concerning Socioscientific Issues. *Science and Education*, 25, 1049-1071.
- Sadler, T. D. (2011). *Socio-scientific Issues in the Classroom Teaching, Learning and Research*. Netherlands: Springer Science+Business Media B.V.
- _____. (2011). *Socio-scientific issues-based education: What we know about science education in the context of SSI*. In *Socio-scientific Issues in the Classroom*. New York: Springer.
- _____, & Zeidler, D. (2004). Negotiating gene therapy controversies. *The American Biology Teacher*, 66(6), 428-433.
- _____, & Zeidler, D. L. (2004). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science and education*, 88(1), 4-27.

_____, & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138.

_____, & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of information reasoning in the context of socioscientific decision-making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138.

_____, Barab, S. A., & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry?. *Research in science education*, 37, 371-391.

_____, Foulk, J. A., & Friedrichsen, P. J. (2017). Evolution of a model for socioscientific issue teaching and learning. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 75-87.

_____. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.

Sampson, V., & Clark, D. (2009). The impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. *Science education*, 93(3), 448-484.

Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. (2009). Argument-driven inquiry. *The Science Teacher*, 76(8), 42-47.

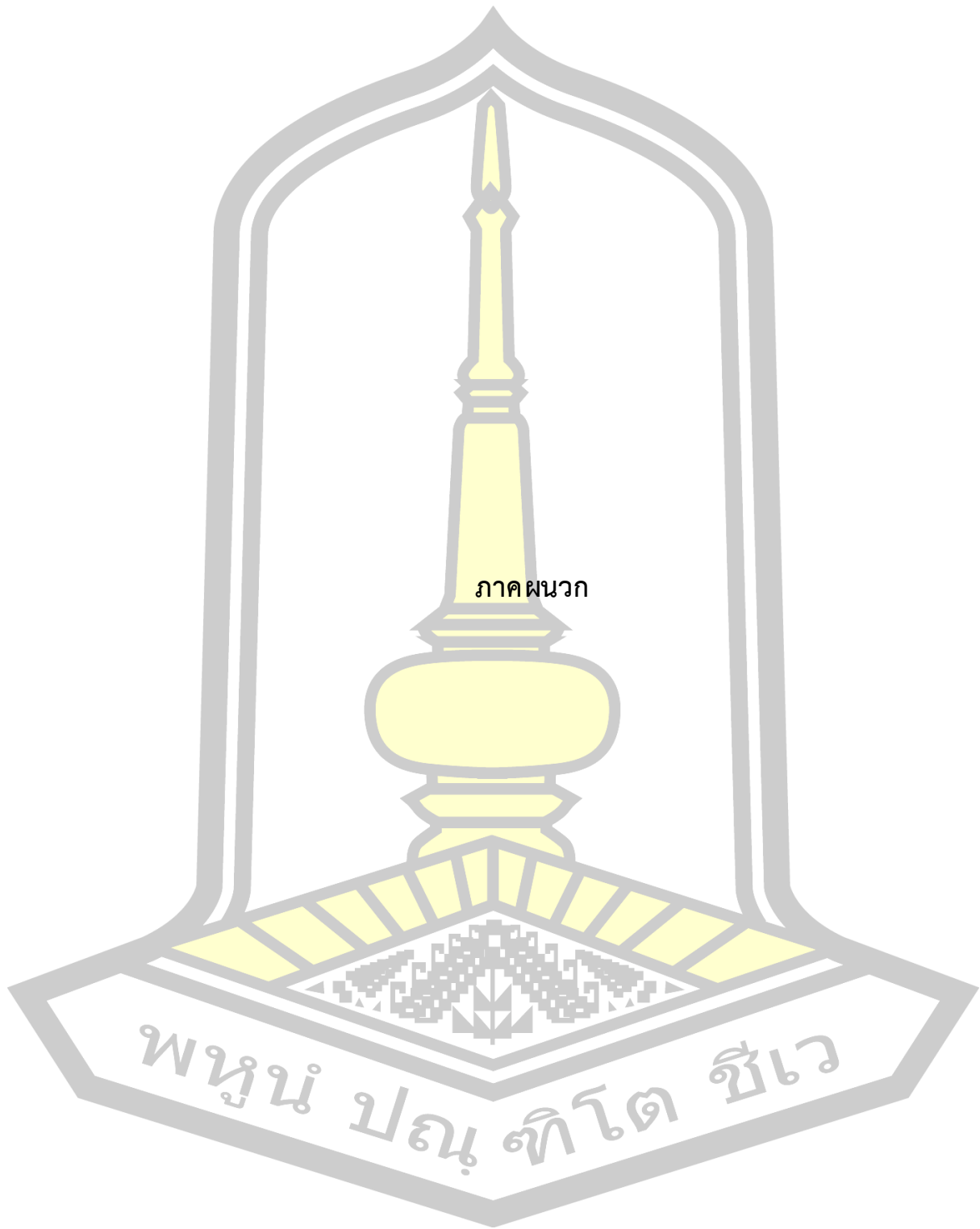
Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Journal Cognition and Instruction*, 23(1), 23-55.

Sandoval, W., & Reiser, B. (2004). Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88(3), 345-372.

Sjoberg, S., & Schreiner, C. (2005). How do learners in different cultures relate to science and technology? *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* 6 (2):1-17., 6(2), 1-17.

Suhandi, A., Muslim, Samsudin, A., Hermita, N., & Supriyatman. (2018). Effectiveness of the use of question-driven levels of inquiry based instruction (QD-LOIBI) assisted visual multimedia supported teaching material on enhancing scientific explanation ability senior high school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1), 1-7.

- Sulistina, O., Puspitasari, H., & Sukarianingsih, D. (2021). Analysis students' scientific explanation skills using explanation driven inquiry learning on acid-base topic. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 6(1), 75-81.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Wanloh, S., & Nuangchalerm, P. (2022). Developing Scientific Explanation of Grade 10 Biology Students through Sociobiological Case-Based Learning. *International Online Journal of Education and Teaching*, 9(3), 1086-1095.
- Yao, J. X., & Guo, Y. Y. (2018). Validity evidence for a learning progression of scientific explanation. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(2), 299-317.
- Yuenyong, C., & Narjaikaew, P. (2009). Scientific literacy and Thailand science education. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 335-349.
- Zangori, L., & Forbes, C. T. (2015). Exploring third-grade student model-based explanations about plant relationships within an ecosystem. *International Journal of Science Education*, 37(18), 2942-2964.
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49-58.
- _____, Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2010). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89, 467-377.
- _____, Applebaum, S., & Sadler, T. D., (2009). *Enacting a socioscientific issues classroom: Transformative transformations*. In T. D. Sadler (Eds.), *Socioscientific Issues in the Classroom*. Netherlands: Springer.
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.



ภาคผนวก

พหุมนุ ปณ ทิโต ชีเว



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบหายใจ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 สาระการเรียนรู้เรื่อง อวัยวะและโครงสร้างในระบบหายใจของมนุษย์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 เวลาเรียน 1 ชั่วโมง ภาคเรียนที่ 2/2565
 ผู้สอน นายกิตติพงษ์ พานจำลอง โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

1. ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์

2. สาระสำคัญ

การเจ็บป่วยด้วยโรคทางเดินหายใจของคนในชุมชนที่อยู่ใกล้โรงไฟฟ้าชีวมวลจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง อาจขึ้นกับการควบคุมฝุ่นละอองที่ดี ซึ่งทางเดินหายใจของมนุษย์ประกอบด้วย รูจมูก โพรงจมูก คอหอย กล่องเสียง ท่อลม หลอดลม หลอดลมฝอย และถุงลมในปอด

3. สาระการเรียนรู้

อวัยวะและโครงสร้างในระบบหายใจของมนุษย์

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge)

1. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะในทางเดินหายใจของมนุษย์ได้

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

2. นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้

ด้านคุณลักษณะ/เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Attitude)

3. นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านคุณลักษณะความมีเหตุผล

5. กิจกรรมการเรียนรู้

วิธีสอนที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-scientific Issues; SSI) โดยประยุกต์ตามแนวคิดของ Sadler et al. (2017) มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชั้นเผชิญกับประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ (Encounter Focal Issue) เวลา 15 นาที

1.1 นักเรียนเผชิญกับประเด็นปัญหาที่เป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ “การคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล” โดยให้นักเรียนแต่ละคนอ่านบทความจากใบกิจกรรมที่ 4 ที่ครูแจกให้

1.2 เมื่อนักเรียนอ่านบทความแล้ว นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจ กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันวิเคราะห์ และอภิปรายเกี่ยวกับประเด็น “การคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล” ดังนี้

1.2.1 นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง

- จากที่นักเรียนได้อ่านบทความมาแล้ว เห็นด้วยหรือไม่กับการคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล (นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ และอภิปรายเป็นกลุ่ม แล้วระบุข้อกล่าวอ้างลงในใบกิจกรรมที่ 4 ของตนเอง)

1.2.2 นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเพื่อระบุข้อควรคำนึงถึงสังคม

- จากที่นักเรียนได้ระบุข้อกล่าวอ้างไปแล้ว นักเรียนมีข้อควรคำนึงถึงสังคมใดบ้างที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน (นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ และอภิปรายเป็นกลุ่ม แล้วระบุข้อควรคำนึงถึงสังคมลงในใบกิจกรรมที่ 4 ของตนเอง)

1.2.3 นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเพื่อระบุความเชื่อมโยงประเด็น “การคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล” กับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียน

- ประเด็น “การคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล” มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องใดบ้างในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ (นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ และอภิปรายเป็นกลุ่ม แล้วระบุเรื่องที่จะเรียนที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็น ลงในใบกิจกรรมที่ 4 ของตนเอง ซึ่งมีแนวคำตอบคือ อวัยวะและโครงสร้างในระบบหายใจของมนุษย์)

2. ชั้นเรียนรู้จากประเด็นปัญหา (Engage With) เวลา 30 นาที

2.1 เมื่อนักเรียนระบุเรื่องที่จะเรียนที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นได้แล้ว ในขั้นนี้ นักเรียนจะได้เข้าสู่กระบวนการเรียนรู้เพื่อให้ได้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนทำการเรียนรู้ใจความสำคัญของเนื้อหาและมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง จากการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น จากหนังสือเรียน หรือจากอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

2.2 นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ไปใช้ตอบคำถามในใบงานที่ 4 จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบงานที่ 4

2.3 ครูใช้กลยุทธ์แสดงตัวอย่างและวิเคราะห์คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนร่วมกันวิพากษ์วิจารณ์คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยนำมาเป็นตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบให้เห็นถึงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีและไม่ดี เพื่อให้นักเรียนจำแนกและบอกให้ได้ว่าตัวอย่างคำอธิบายมีจุดแข็งและจุดอ่อนอย่างไร

2.4 นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา พร้อมกับฝึกการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล สืบเสาะตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ

2.5 นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาเป็นหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และให้เหตุผลเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยพูดคุยกันภายในกลุ่มตนเอง พร้อมทั้งกลองในใบกิจกรรมที่ 4

2.6 ครูคอยดูแลให้คำแนะนำระหว่างที่นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ ข้อมูลต่าง ๆ และตรวจสอบว่า ความรู้ และข้อมูลที่นักเรียนนำมาสอดคล้องกับประเด็นเพื่อใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และให้เหตุผลหรือไม่ อย่างไร

2.7 นักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อแสดงการตัดสินใจหรือจุดยืนของกลุ่มตนเองจากการระบุข้อกล่าวอ้าง และใช้องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่เหลือมาช่วยในการอธิบายเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของกลุ่มตนเอง รวมทั้งใช้ข้อควรคำนึงถึงสังคมมาประกอบการตัดสินใจด้วย

2.8 นักเรียนอาสาสมัคร 2 กลุ่มออกมานำเสนอ ได้แก่ 1) กลุ่มที่ระบุข้อกล่าวอ้างว่า เห็นด้วยกับการคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล และ 2) กลุ่มที่ระบุข้อกล่าวอ้างว่า ไม่เห็นด้วยกับการคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล นำเสนอโดยเชื่อมต่ออุปกรณ์ของนักเรียน เช่น ไอแพด กับเครื่องฉายโปรเจคเตอร์เพื่อแสดงภาพออกเครื่องฉายโปรเจคเตอร์แบบไร้สาย

2.9 นักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอสามารถแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมหรือซักถามเพื่อนที่ออกมานำเสนอได้ตามความเหมาะสม

2.10 ครูคอยอำนวยความสะดวกและควบคุมการนำเสนอของนักเรียนให้เกิดบรรยากาศที่นักเรียนเปิดใจกว้างรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ค่อยอมรับข้อกล่าวอ้างที่มีหลักฐานและเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์รองรับ

3. ขั้นสังเคราะห์แนวคิดและแนวทางปฏิบัติ (Synthesize Key Ideas and Practices) เวลา 15 นาที

3.1 นักเรียนร่วมกันสังเคราะห์ความคิดหลักจากกระบวนการเรียนรู้ผ่านการสะท้อนความคิดของตนเองที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษา ซึ่งจะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- ให้นักเรียนเขียนสรุปแนวคิดหลักที่ได้จากกระบวนการเรียนรู้เป็นแผนผังความคิด (นักเรียนบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 4)

3.2 นักเรียนร่วมกันสังเคราะห์แนวทางปฏิบัติจากกระบวนการเรียนรู้และจากแผนผังความคิดผ่านการสะท้อนความคิดของตนเอง ดังนี้

- จากกระบวนการเรียนรู้และแผนผังความคิด นักเรียนมีแนวทางปฏิบัติต่อประเด็น “การคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล” อย่างไร (นักเรียนบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 4)

6. การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด | วิธีการวัด | เครื่องมือวัด | เกณฑ์การผ่านประเมิน |
|---|--------------------|--|--|
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | | | |
| 1. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะในทางเดินหายใจของมนุษย์ได้ (K) | ตรวจใบงานที่ 4 | แบบประเมินใบงาน | ได้ 1 คะแนนขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์ จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน |
| 2. นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ (P) | ตรวจใบกิจกรรมที่ 4 | แบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ | มีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ |

| สิ่งที่ต้องการวัด | วิธีการวัด | เครื่องมือวัด | เกณฑ์การผ่านประเมิน |
|--|---|---|---|
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | | | |
| 3. นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านคุณลักษณะความมีเหตุผล (A) | ตรวจแบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านคุณลักษณะความมีเหตุผล | แบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านคุณลักษณะความมีเหตุผล | ผลการประเมินอยู่ในระดับมากขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์ |

7. สื่อการสอน/แหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง “การคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล”
2. ใบงานที่ 4 เรื่อง อวัยวะและโครงสร้างในระบบหายใจของมนุษย์
3. อุปกรณ์ไร้สายเคลื่อนที่และอินเทอร์เน็ตสำหรับการสืบค้นข้อมูลของนักเรียน
4. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยาเล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของ สสวท.

8. เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชีววิทยาเล่มที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551



9. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหาและอุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไขปัญหา

ลงชื่อผู้สอน

(นายกิตติพงษ์ พานจำลอง)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



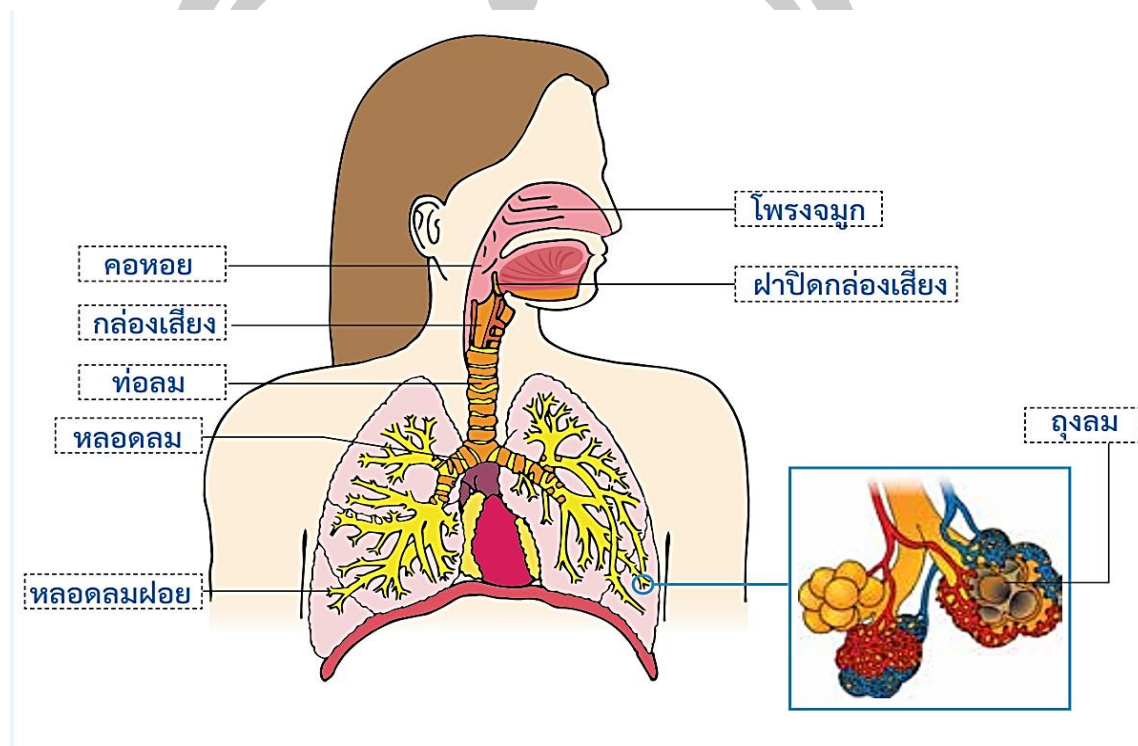
พหุณฺ์ ปณฺ ทิโต ชีเว

ใบงานที่ 4

อวัยวะและโครงสร้างในระบบหายใจของมนุษย์

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น ม.5/..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณารูปแล้วตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด



จากรูปทางเดินหายใจของมนุษย์ ให้นักเรียนอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะในทางเดินหายใจของมนุษย์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พูน ปณ ติโต ชเว

เกณฑ์การประเมินใบงานที่ 4

วิชา ชีววิทยา 3 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบหายใจ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 สาระการเรียนรู้เรื่อง อวัยวะและโครงสร้างในระบบหายใจของมนุษย์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 เวลาเรียน 1 ชั่วโมง ภาคเรียนที่ 2/2565

| ข้อที่ | รายการประเมิน | | |
|---|--|---|---|
| | นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะในทางเดินหายใจของมนุษย์ได้ | | |
| | 0 | 1 | 2 |
| จากรูปทางเดินหายใจของมนุษย์ให้นักเรียนอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะในทางเดินหายใจของมนุษย์ | อธิบายไม่ได้ถูกต้องหรือไม่เขียนอธิบายเลย | อธิบายได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน เช่น โพรงจมูกคือ โพรงบริเวณจมูกซึ่งมีเยื่อบุผิวที่มีซิเลีย และเมือกสำหรับจับสิ่งแปลกปลอม, คอหอยคือ ช่องบริเวณลำคอทำหน้าที่เป็นทางผ่านของอากาศและอาหาร, ฝาปิดกล่องเสียงคือ แผ่นที่ปิดกล่องเสียงเพื่อป้องกันไม่ให้อาหารเข้าไปในทางเดินหายใจ, กล่องเสียงคือ ส่วนของทางเดินหายใจที่อยู่ระหว่างคอหอยและท่อลม ภายในมีสายเสียง, ท่อลมคือ ท่อที่อยู่ระหว่างกล่องเสียงกับหลอดลม, หลอดลมคือ หลอด 2 แขนงที่แยกจากท่อลมเพื่อไปยังปอดซ้ายและปอดขวา | อธิบายได้ถูกต้องและครบถ้วน ดังนี้โพรงจมูกคือ โพรงบริเวณจมูกซึ่งมีเยื่อบุผิวที่มีซิเลีย และเมือกสำหรับจับสิ่งแปลกปลอม, คอหอยคือ ช่องบริเวณลำคอทำหน้าที่เป็นทางผ่านของอากาศและอาหาร, ฝาปิดกล่องเสียงคือ แผ่นที่ปิดกล่องเสียงเพื่อป้องกันไม่ให้อาหารเข้าไปในทางเดินหายใจ, กล่องเสียงคือ ส่วนของทางเดินหายใจที่อยู่ระหว่างคอหอยและท่อลม ภายในมีสายเสียง, ท่อลมคือ ท่อที่อยู่ระหว่างกล่องเสียงกับหลอดลม, หลอดลมคือ หลอด 2 แขนงที่แยกจากท่อลมเพื่อไปยังปอดซ้ายและปอดขวา, หลอดลมฝอย คือ หลอดขนาดเล็กที่แตกแขนงจากหลอดลม มีหลายขนาดทำหน้าที่ลำเลียงอากาศไปยังถุงลมในปอด, ถุงลมเป็นโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สที่มีผนังบาง |

| ข้อที่ | รายการประเมิน | | |
|--------|--|---|--|
| | นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะในทางเดินหายใจของมนุษย์ได้ | | |
| | 0 | 1 | 2 |
| | | | มาก มีความซับซ้อนสูง และมีร่างแหของหลอดเลือดฝอยห่อหุ้มอยู่โดยรอบ |

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

| ระดับคะแนน | ระดับคุณภาพ |
|------------|-------------|
| 2 | ดี |
| 1 | พอใช้ |
| 0 | ปรับปรุง |



ใบกิจกรรมที่ 4

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น ม.5/..... เลขที่.....

ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ “การคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล”



ที่มา : <https://shorturl.asia/Me01Q>

สำนักงานคณะกรรมการสุขภาพแห่งชาติ ได้ระบุว่า การประท้วง การร้องเรียน เรื่อง โรงไฟฟ้าชีวมวลมีเพิ่มมากขึ้น ดังคลิป https://www.youtube.com/watch?v=P_te0S3SjmQ โดยการเผาชีวมวล เช่น แกลบ ฟางข้าว ชานอ้อย กากมันสำปะหลัง เป็นต้น จะทำให้เกิดฝุ่นละออง ซึ่งหากไม่มีการควบคุมที่ดีอาจสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนได้โดยพบว่าควันจากการเผาไหม้ประกอบด้วยฝุ่น ซึ่งส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 (PM_{2.5}) และเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) ซึ่งสามารถเข้าไปถึงปอดและถุงลมปอดได้ (National research council, 2009) และจากการศึกษาของ ดร. ชัชวาลย์ จันทรวิจิตร อาจารย์จากภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่า มลพิษและสิ่งคุกคามสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับโรงไฟฟ้าชีวมวล มีตั้งแต่มลพิษทางอากาศ ที่สำคัญคือ ฝุ่นละออง โรงไฟฟ้าชีวมวลจะทำให้เกิดฝุ่นขนาดเล็กที่เกี่ยวข้องกับการเจ็บป่วยด้วยโรคทางเดินหายใจ การลดลงของประสิทธิภาพการทำงานของปอด การ

เพิ่มอัตราการเข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลด้วยโรกระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจ และการเพิ่มขึ้นของสถิติการเสียชีวิตด้วยโรคปอดและหัวใจ

แต่ในทางตรงกันข้ามมีโรงไฟฟ้าชีวมวลบางแห่ง เช่น โรงไฟฟ้าชีวมวลแม่กระทิง มีการติดตั้งระบบไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Precipitator: ESP) เพื่อควบคุมและป้องกันมลภาวะทางอากาศ โดยระบบไฟฟ้าสถิตชนิดนี้เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถดักจับฝุ่นขนาด 0.01 ไมโคร เมตร ได้ 95% ทำให้ปริมาณฝุ่นที่ระบายออกจากปล่องอยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนด โรงไฟฟ้าชีวมวลแม่กระทิง มีการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบอยู่เสมอ เพื่อไม่ให้เกิดมลภาวะทางอากาศ ดังนี้

- 1) ตรวจวัดคุณภาพอากาศจากปล่องควันปีละ 1 ครั้ง
- 2) ตรวจวัดคุณภาพอากาศค่า PM 2.5 และ PM 10 ทุก 3 เดือน ในพื้นที่โรงไฟฟ้า และพื้นที่ในชุมชน รัศมี 1 - 3 กิโลเมตร

(หมายเหตุ: ฝุ่นขนาด 0.01 ไมโครเมตร จะมีขนาดเล็กกว่าเส้นผมถึง 6,000 เท่า) และนอกจากนี้ยังมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องระบุว่า การสร้างโรงงานไฟฟ้าชีวมวลจะทำให้เกิดผลดีทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และสังคม ทั้งในระดับชุมชนและระดับประเทศ ดังคลิป

<https://www.youtube.com/watch?v=0itMB01YQZs&t=1s>

1. เมื่อนักเรียนอ่านบทความเสร็จแล้ว ให้นักเรียน **ระบุข้อกล่าวอ้าง** นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับการคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล

.....

.....

.....

.....

2. ให้นักเรียนระบุข้อควรคำนึงถึงสังคมจากที่นักเรียนได้ระบุข้อกล่าวอ้างไปแล้ว นักเรียนมีข้อควรคำนึงถึงสังคมใดบ้างที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน

.....

.....

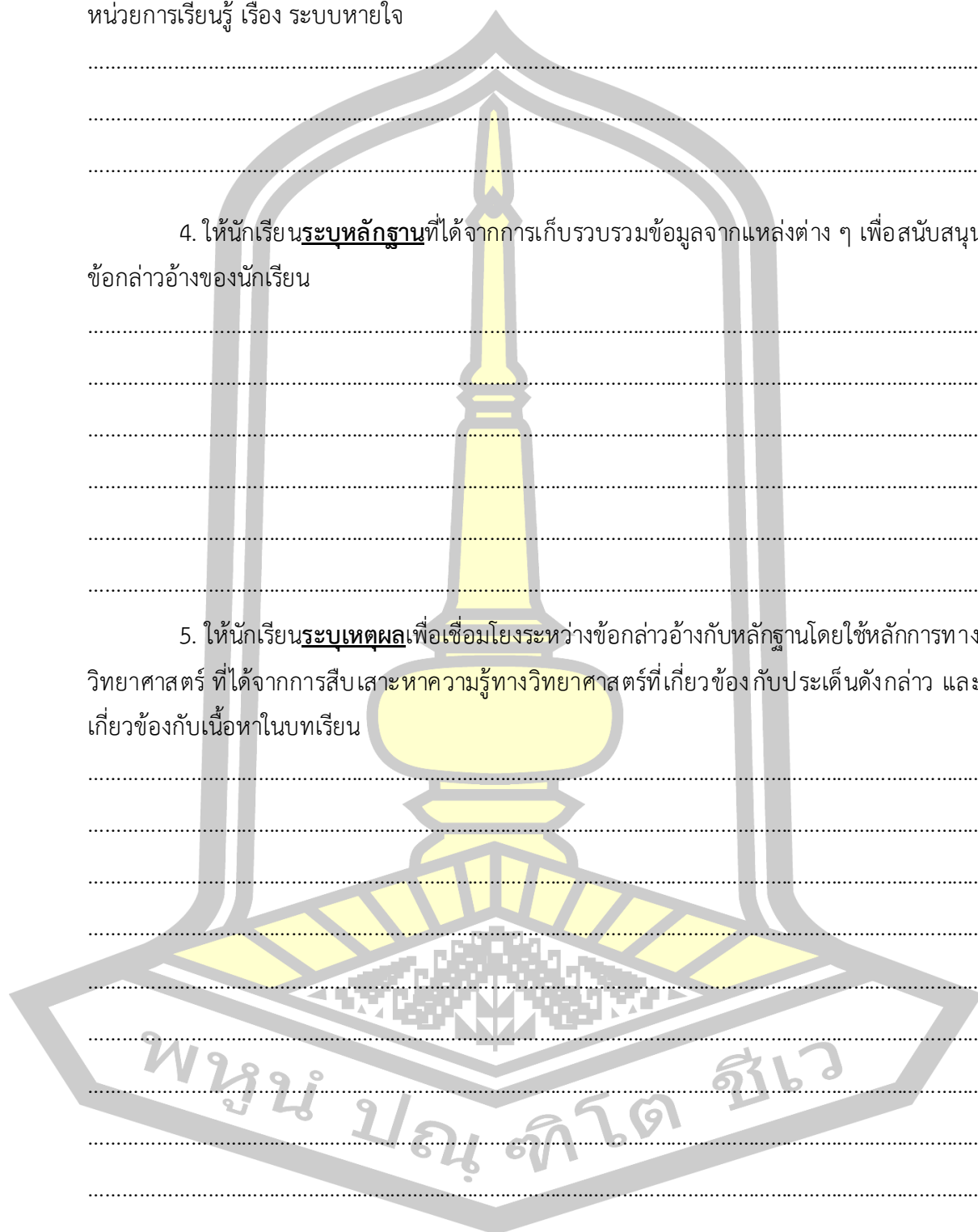
.....

.....

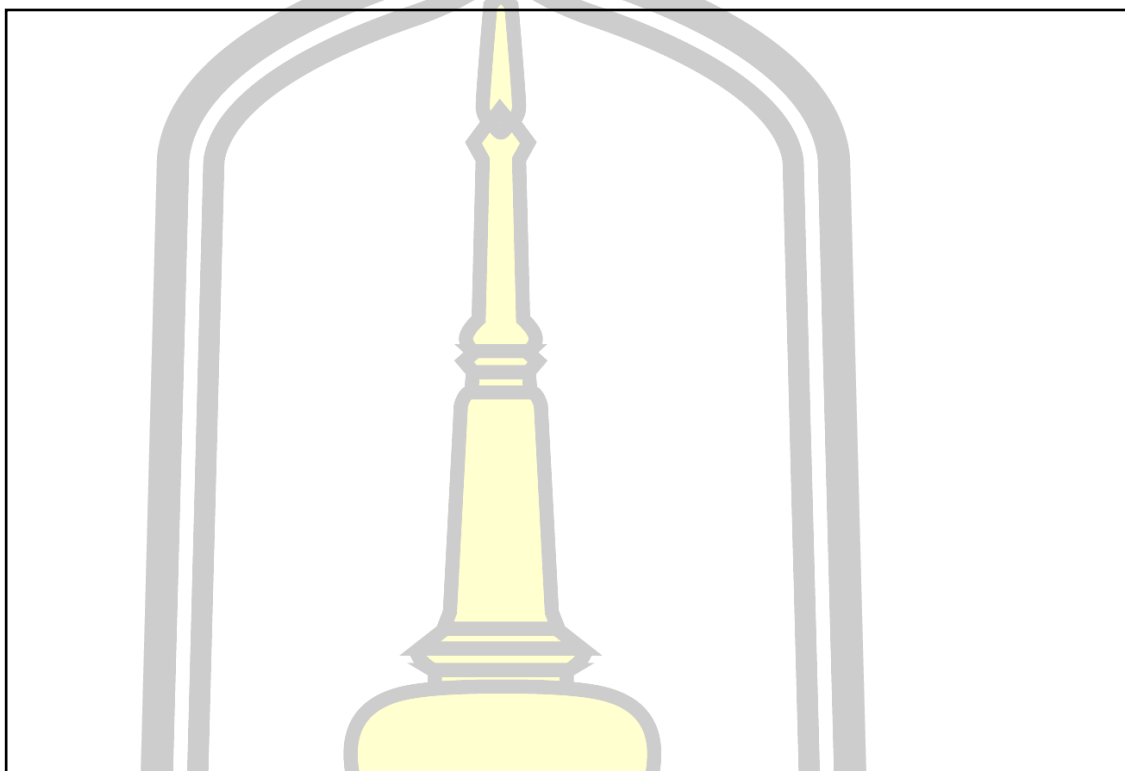
3. ประเด็น “การคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล” มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องใดบ้างใน
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ

4. ให้นักเรียน ระบุหลักฐาน ที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อสนับสนุน
ข้อกล่าวอ้างของนักเรียน

5. ให้นักเรียน ระบุเหตุผล เพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานโดยใช้หลักการทาง
วิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง กับประเด็นดังกล่าว และ
เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน



6. ให้นักเรียนสังเคราะห์ความคิดหลักจากกระบวนการเรียนรู้ผ่านการสะท้อนความคิดของตนเองที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษา ซึ่งจะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเขียนสรุปแนวคิดหลักที่ได้จากกระบวนการเรียนรู้เป็นแผนผังความคิด



7. ให้นักเรียนสังเคราะห์แนวทางปฏิบัติจากกระบวนการเรียนรู้และจากแผนผังความคิดผ่านการสะท้อนความคิดของตนเอง ดังคำถามต่อไปนี้

จากกระบวนการเรียนรู้และแผนผังความคิด นักเรียนมีแนวทางปฏิบัติต่อประเด็น “การคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวล” อย่างไร

พจนานุกรม ศัพท์ โด ธิ เว

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ไม่ได้ประเมินเพื่อตัดสิน)

| รายการที่ สังเกต | พฤติกรรมบ่งชี้ | ระดับคะแนน | | |
|-----------------------------|---|--|--|--|
| | | 0 | 1 | 2 |
| การระบุ ข้อกล่าว อ้าง | 1. นักเรียนพูดคุยก กัน และมีการ เขียนเพื่อระบุข้อ กล่าวอ้าง โดย การซักถามความ คิดเห็นที่เกิดจาก ประสบการณ์เดิม ที่สอดคล้องกับ ประเด็นทาง สังคมที่เกี่ยวข้อง กับวิทยาศาสตร์ กับเพื่อนภายใน กลุ่ม | นักเรียนไม่มีการ พูดคุยกกัน และไม่มี การเขียนเพื่อระบุ ข้อกล่าวอ้าง | นักเรียนพูดคุยกกัน และมีการเขียนเพื่อ ระบุข้อกล่าวอ้าง โดยการซักถามความ คิดเห็นที่เกิดจาก ประสบการณ์เดิมที่ สอดคล้องกับ ประเด็นทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์กับ เพื่อนภายในกลุ่ม แต่ มีการเขียนข้อกล่าว อ้างอื่น ๆ ที่ไม่ เกี่ยวข้องเข้าไปเพิ่ม | นักเรียนพูดคุยกกัน และมีการเขียนเพื่อ ระบุข้อกล่าวอ้าง โดยการซักถามความ คิดเห็นที่เกิดจาก ประสบการณ์เดิมที่ สอดคล้องกับ ประเด็นทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์กับ เพื่อนภายในกลุ่ม และไม่มีการเขียนข้อ กล่าวอ้างอื่น ๆ ที่ไม่ เกี่ยวข้องเข้าไปเพิ่ม |
| การระบุ หลักฐาน | 2. นักเรียนสืบค้น ข้อมูล รวบรวม ข้อมูลจากแหล่ง ต่าง ๆ พูดคุยกกัน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ จากการสืบค้นมา เขียนระบุเป็น หลักฐานเพื่อใช้ สนับสนุนข้อ กล่าวอ้าง | นักเรียนไม่มีการ สืบค้นข้อมูล ไม่ รวบรวมข้อมูลจาก แหล่งต่าง ๆ ไม่ พูดคุยกกัน และไม่มี การเขียนระบุ หลักฐานเพื่อใช้ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง | นักเรียนสืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลจาก แหล่งต่าง ๆ พูดคุยก กันเพื่อนำข้อมูลที่ได้ จากการสืบค้นมา เขียนระบุเป็น หลักฐานเพื่อใช้ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง แต่มีการแสดง หลักฐานที่ไม่ เกี่ยวกับประเด็นทาง สังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ | นักเรียนสืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลจาก แหล่งต่าง ๆ พูดคุยก กันเพื่อนำข้อมูลที่ได้ จากการสืบค้นมา เขียนระบุเป็น หลักฐานเพื่อใช้ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง ซึ่งมีการแสดง หลักฐานที่เกี่ยวข้องกับ ประเด็นทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ |
| การระบุ | 3. นักเรียนพูดคุยก | นักเรียนไม่มีการ | นักเรียนพูดคุยกกัน | นักเรียนพูดคุยกกัน |

| รายการที่ สังเกต | พฤติกรรมบ่งชี้ | ระดับคะแนน | | |
|---------------------|---|--|---|--|
| | | 0 | 1 | 2 |
| เหตุผล | กันภายในกลุ่ม แล้วนำหลักการ ทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้จาก การศึกษาค้นคว้า มาเขียนให้เหตุผล เพื่อเชื่อมโยง ระหว่างข้อกล่าว อ้างกับหลักฐาน | พูดคุยกันภายใน กลุ่ม ไม่มีการนำ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่ได้ จากการศึกษา ค้นคว้ามาเขียนให้ เหตุผลเพื่อ เชื่อมโยงระหว่าง ข้อกล่าวอ้างกับ หลักฐาน | ภายในกลุ่ม แล้วนำ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่ได้จาก การศึกษาค้นคว้ามา เขียนให้เหตุผลเพื่อ เชื่อมโยงระหว่างข้อ กล่าวอ้างกับ หลักฐานและ นำเสนอหน้าชั้นเรียน แต่ใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่ไม่ เกี่ยวกับประเด็นทาง สังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ | ภายในกลุ่ม แล้วนำ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่ได้จาก การศึกษาค้นคว้ามา เขียนให้เหตุผลเพื่อ เชื่อมโยงระหว่างข้อ กล่าวอ้างกับ หลักฐานและ นำเสนอหน้าชั้น เรียน โดยมีการใช้ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่ เกี่ยวกับประเด็นทาง สังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ |



แบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ : คุณลักษณะความมีเหตุผล (A)

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....ม.5/.....เลขที่.....

วัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับคุณลักษณะที่นักเรียนรู้สึก โดยจำแนกระดับความรู้สึกเป็น 5 ระดับ (ปรับจาก บุญชม ศรีสะอาด, 2553) ดังนี้

- ระดับ 5 หมายถึง นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลอยู่ในระดับมากที่สุด
 ระดับ 4 หมายถึง นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลอยู่ในระดับระดับมาก
 ระดับ 3 หมายถึง นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลอยู่ในระดับปานกลาง
 ระดับ 2 หมายถึง นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลอยู่ในระดับน้อย
 ระดับ 1 หมายถึง นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลอยู่ในระดับน้อยที่สุด

| รายการประเมิน | ระดับความรู้สึก | | | | |
|---|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| | มากที่สุด (5) | มาก (4) | ปานกลาง (3) | น้อย (2) | น้อยที่สุด (1) |
| 1. นักเรียนยอมรับคำอธิบายที่มีหลักฐานอ้างอิง | | | | | |
| 2. นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล | | | | | |
| 3. นักเรียนหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลที่เกิดขึ้น | | | | | |
| 4. นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิดต่าง ๆ จากแหล่งข้อมูลที่สามารถเชื่อถือได้ | | | | | |
| 5. นักเรียนมีหลักฐานข้อมูลอย่างเพียงพอเพื่อนำไปสร้างคำอธิบาย | | | | | |

แปลความหมายของผลการประเมินจากแบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้าน
คุณลักษณะความมีเหตุผล โดยหาค่าเฉลี่ยเป็นรายบุคคล แล้วนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้มาเทียบกับเกณฑ์
ระดับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผล (ปรับจาก บุญชม ศรีสะอาด, 2553) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลในระดับมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลในระดับน้อยที่สุด



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบหายใจ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 สาระการเรียนรู้เรื่อง การแลกเปลี่ยนแก๊สและการลำเลียงแก๊สของมนุษย์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 เวลาเรียน 2 ชั่วโมง ภาคเรียนที่ 2/2565
 ผู้สอน นายกิตติพงษ์ พานจำลอง โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

1. ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์

2. สาระสำคัญ

ในมนุษย์ปอดเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างถุงลมกับหลอดเลือดฝอย และบริเวณเซลล์ของเนื้อเยื่อต่าง ๆ มีการแลกเปลี่ยนแก๊สโดยการแพร่ผ่านหลอดเลือดฝอยเช่นกัน ซึ่ง O_2 และ CO_2 จะถูกลำเลียงโดยระบบหมุนเวียนเลือด

3. สาระการเรียนรู้

การแลกเปลี่ยนแก๊สและการลำเลียงแก๊สของมนุษย์

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge)

1. นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส และการลำเลียงแก๊สของมนุษย์

ได้

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

2. นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้

ด้านคุณลักษณะ/เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Attitude)

3. นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านคุณลักษณะความมีเหตุผล

5. กิจกรรมการเรียนรู้

วิธีสอนที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-scientific Issues; SSI) โดยประยุกต์ตามแนวคิดของ Sadler et al. (2017) มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชั้นเผชิญกับประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ (Encounter Focal Issue) เวลา 30 นาที

1.1 นักเรียนเผชิญกับประเด็นปัญหาที่เป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ “บุหรีไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุหรีหมวนจริงหรือ” โดยให้นักเรียนแต่ละคนอ่านบทความจากใบกิจกรรมที่ 5 ที่ครูแจกให้

1.2 เมื่อนักเรียนอ่านบทความแล้ว นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจ กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันวิเคราะห์ และอภิปรายเกี่ยวกับประเด็น “บุหรีไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุหรีหมวนจริงหรือ” ดังนี้

1.2.1 นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง

- จากที่นักเรียนได้อ่านบทความมาแล้ว จริงหรือไม่กับประเด็นที่ว่า บุหรีไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุหรีหมวน (นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ และอภิปรายเป็นกลุ่ม แล้วระบุข้อกล่าวอ้างลงในใบกิจกรรมที่ 5 ของตนเอง)

1.2.2 นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเพื่อระบุข้อควรคำนึงถึงสังคม

- จากที่นักเรียนได้ระบุข้อกล่าวอ้างไปแล้ว นักเรียนมีข้อควรคำนึงถึงสังคมใดบ้างที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน (นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ และอภิปรายเป็นกลุ่ม แล้วระบุข้อควรคำนึงถึงสังคมลงในใบกิจกรรมที่ 5 ของตนเอง)

1.2.3 นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเพื่อระบุความเชื่อมโยงประเด็น “บุหรีไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุหรีหมวนจริงหรือ” กับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียน

- ประเด็น “บุหรีไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุหรีหมวนจริงหรือ” มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องใดบ้างในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ (นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ และอภิปรายเป็นกลุ่ม แล้วระบุเรื่องที่จะเรียนที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็น ลงในใบกิจกรรมที่ 5 ของตนเอง ซึ่งมีแนวคำตอบคือ การแลกเปลี่ยนแก๊สและการลำเลียงแก๊สของมนุษย์)

2. ชั้นเรียนรู้จากประเด็นปัญหา (Engage With) เวลา 60 นาที

2.1 เมื่อนักเรียนระบุเรื่องที่จะเรียนที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นได้แล้ว ในขั้นนี้ นักเรียนจะได้เข้าสู่กระบวนการเรียนรู้เพื่อให้ได้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนทำการเรียนรู้ใจความสำคัญของเนื้อหาและมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง จากการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น จากหนังสือเรียน หรือจากอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

2.2 นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ไปใช้ตอบคำถามในใบงานที่ 5 จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบงานที่ 5

2.3 ครูใช้กลยุทธ์แสดงตัวอย่างและวิเคราะห์คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนร่วมกันวิพากษ์วิจารณ์คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยนำมาเป็นตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบให้เห็นถึงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีและไม่ดี เพื่อให้นักเรียนจำแนกและบอกได้ว่าตัวอย่างคำอธิบายมีจุดแข็งและจุดอ่อนอย่างไร

2.4 นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา พร้อมกับฝึกการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล สืบเสาะตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ

2.5 นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาเป็นหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และให้เหตุผลเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยพูดคุยกันภายในกลุ่มตนเอง พร้อมบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 5

2.6 ครูคอยดูแลให้คำแนะนำระหว่างที่นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ ข้อมูลต่าง ๆ และตรวจสอบว่า ความรู้ และข้อมูลที่นักเรียนนำมาสอดคล้องกับประเด็นเพื่อใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และให้เหตุผลหรือไม่ อย่างไร

2.7 นักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อแสดงการตัดสินใจหรือจุดยืนของกลุ่มตนเองจากการระบุข้อกล่าวอ้าง และใช้องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่เหลือมาช่วยในการอธิบายเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของกลุ่มตนเอง รวมทั้งใช้ข้อควรคำนึงถึงสังคมมาประกอบการตัดสินใจด้วย

2.8 นักเรียนอาสาสมัคร 2 กลุ่มออกมานำเสนอ ได้แก่ 1) กลุ่มที่ระบุข้อกล่าวอ้างว่า *บู่ที่ไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบู่ที่รวมวงจร* และ 2) กลุ่มที่ระบุข้อกล่าวอ้างว่า *บู่ที่ไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบู่ที่รวมวงจรไม่จริง* นำเสนอโดยเชื่อมต่ออุปกรณ์ของนักเรียน เช่น ไอแพด กับ เครื่องฉายโปรเจคเตอร์เพื่อแสดงภาพออกเครื่องฉายโปรเจคเตอร์แบบไร้สาย

2.9 นักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอสามารถแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมหรือซักถามเพื่อนที่ออกมานำเสนอได้ตามความเหมาะสม

2.10 ครูคอยอำนวยความสะดวกและควบคุมการนำเสนอของนักเรียนให้เกิดบรรยากาศที่นักเรียนเปิดใจกว้างรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ค่อยยอมรับข้อกล่าวอ้างที่มีหลักฐานและเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์รองรับ

3. ขั้นสังเคราะห์แนวคิดและแนวทางปฏิบัติ (Synthesize Key Ideas and Practices) เวลา 30 นาที

3.1 นักเรียนร่วมกันสังเคราะห์ความคิดหลักจากกระบวนการเรียนรู้ผ่านการสะท้อนความคิดของตนเองที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษา ซึ่งจะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- ให้นักเรียนเขียนสรุปแนวคิดหลักที่ได้จากกระบวนการเรียนรู้เป็นแผนผังความคิด (นักเรียนบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 5)

3.2 นักเรียนร่วมกันสังเคราะห์แนวทางปฏิบัติจากกระบวนการเรียนรู้และจากแผนผังความคิดผ่านการสะท้อนความคิดของตนเอง ดังนี้

- จากกระบวนการเรียนรู้และแผนผังความคิด นักเรียนมีแนวทางปฏิบัติต่อประเด็น “บุหรี่ไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุหรี่ปริมาณจริงหรือไม่” อย่างไร (นักเรียนบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 5)

6. การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด | วิธีการวัด | เครื่องมือวัด | เกณฑ์การผ่านประเมิน |
|---|--------------------|--|--|
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | | | |
| 1. นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส และการลำเลียงแก๊สของมนุษย์ได้ (K) | ตรวจใบงานที่ 5 | แบบประเมินใบงาน | ได้ 2 คะแนนขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์ จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน |
| 2. นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ (P) | ตรวจใบกิจกรรมที่ 5 | แบบสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ | มีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ |

| สิ่งที่ต้องการวัด | วิธีการวัด | เครื่องมือวัด | เกณฑ์การผ่านประเมิน |
|--|---|---|---|
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | | | |
| 3. นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านคุณลักษณะความมีเหตุผล (A) | ตรวจแบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านคุณลักษณะความมีเหตุผล | แบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านคุณลักษณะความมีเหตุผล | ผลการประเมินอยู่ในระดับมากขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์ |

7. สื่อการสอน/แหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง “บุหรี่ปowerอันตรายน้อยกว่าบุหรี่ปริมาณจริงหรือ”
2. ใบงานที่ 5 เรื่อง การแลกเปลี่ยนแก๊สและการลำเลียงแก๊สของมนุษย์
3. อุปกรณ์ไร้สายเคลื่อนที่และอินเทอร์เน็ตสำหรับการสืบค้นข้อมูลของนักเรียน
4. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยาเล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของ สสวท.

8. เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชีววิทยาเล่มที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551



9. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหาและอุปสรรค

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไขปัญหา

ลงชื่อผู้สอน

(นายกิตติพงษ์ พานจำลอง)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



พหุณฺ์ ปณฺุ ทึโต ชีเว

ใบงานที่ 5

การแลกเปลี่ยนแก๊สและการลำเลียงแก๊สของมนุษย์

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น ม.5/..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามดังต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด

1. นาย A เดินทางไปเที่ยวที่ป่าแห่งหนึ่งซึ่งมีอากาศที่บริสุทธิ์ หากนาย A สูดดมอากาศในป่าแห่งนี้ เป็นเวลานาน จะส่งผลต่อกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของนาย A หรือไม่อย่างไร

2. การลำเลียงแก๊ส O_2 จากบริเวณปอดไปยังบริเวณเซลล์ของเนื้อเยื่อต่าง ๆ แตกต่างกับการลำเลียงแก๊ส CO_2 จากบริเวณเซลล์ของเนื้อเยื่อต่าง ๆ ไปยังบริเวณปอดอย่างไร

พจนานุกรม ศิโตะ ชีวะ

เกณฑ์การประเมินใบงานที่ 5

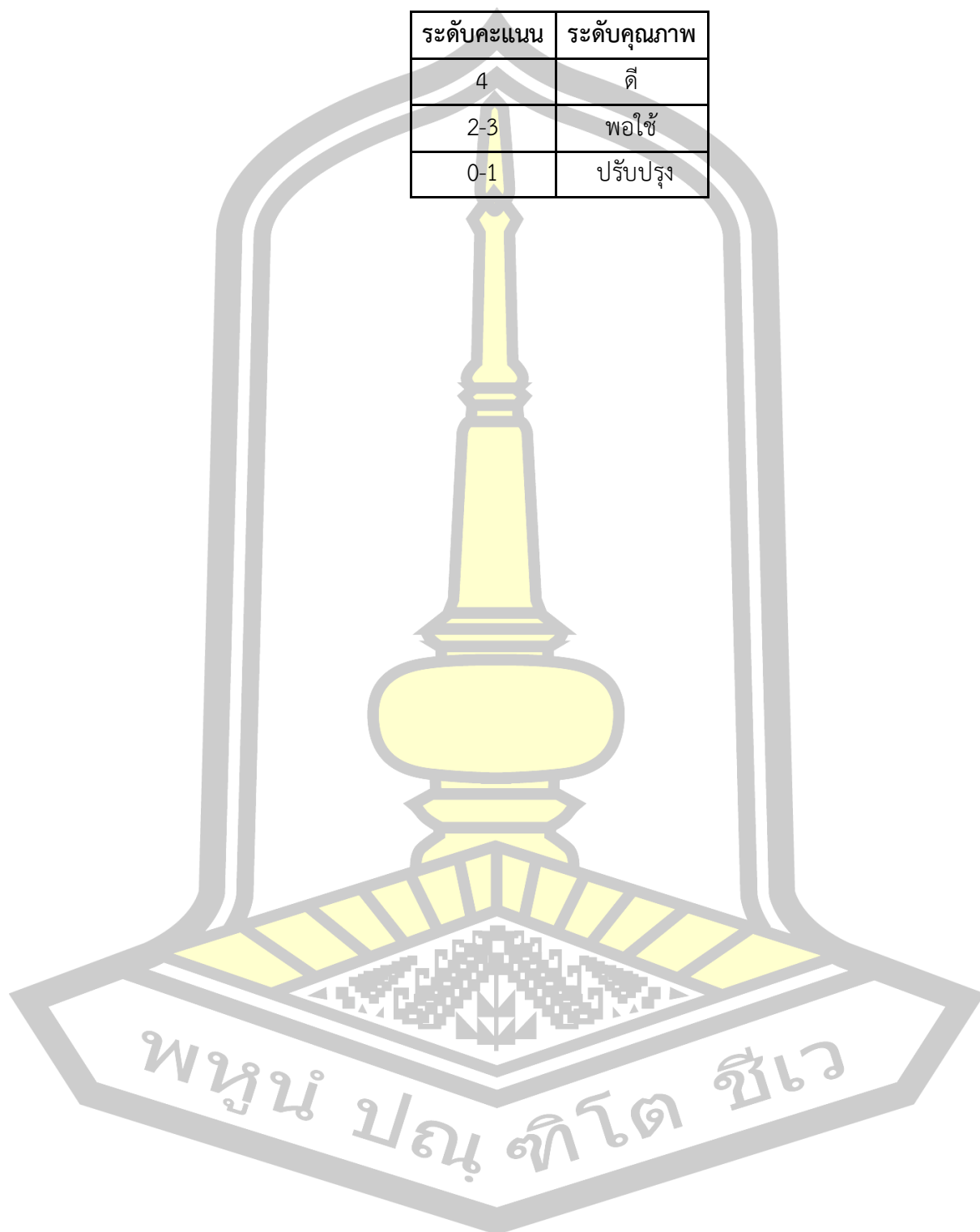
วิชา ชีววิทยา 3 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบหายใจ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 สาระการเรียนรู้เรื่อง การแลกเปลี่ยนแก๊สและการลำเลียงแก๊สของมนุษย์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 เวลาเรียน 2 ชั่วโมง ภาคเรียนที่ 2/2565

| ข้อที่ | รายการประเมิน | | |
|---|---|---|---|
| | นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส และการลำเลียงแก๊สของมนุษย์ได้ | | |
| | 0 | 1 | 2 |
| 1. นาย A เดินทางไปเที่ยวที่ป่าแห่งหนึ่งซึ่งมีอากาศที่บริสุทธิ์ หากนาย A สูดดมอากาศในป่าแห่งนี้เป็นเวลาานาน จะส่งผลต่อกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของนาย A หรือไม่อย่างไร | อธิบายไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนอธิบายเลย | อธิบายได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน คือไม่ส่งผลต่อการแลกเปลี่ยนแก๊สของนาย A หรือสามารถเกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สได้ตามปกติ | อธิบายได้ถูกต้องและครบถ้วน คือ ไม่ส่งผลต่อการแลกเปลี่ยนแก๊สของนาย A หรือสามารถเกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สได้ตามปกติ โดยเกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สที่ 2 บริเวณ 1) แลกเปลี่ยนแก๊สที่บริเวณปอด จะเป็นการแพร่ของ O_2 จากถุงลมสู่หลอดเลือดฝอย และเกิดการแพร่ของ CO_2 จากหลอดเลือดฝอยสู่ถุงลม 2) แลกเปลี่ยนแก๊สที่บริเวณเซลล์ของเนื้อเยื่อต่าง ๆ จะเป็นการแพร่ของ O_2 จากหลอดเลือดฝอยเข้าสู่เซลล์ของเนื้อเยื่อต่าง ๆ และเกิดการแพร่ของ CO_2 ออกจากเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อเข้าสู่หลอดเลือดฝอย |
| 2. การลำเลียงแก๊ส O_2 จากบริเวณปอดไปยังบริเวณเซลล์ของเนื้อเยื่อต่าง ๆ แตกต่างกัน | อธิบายไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนอธิบายเลย | อธิบายได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน คือ O_2 จับกับหมูฮีมของฮีโมโกลบินในเซลล์เม็ดเลือด | อธิบายได้ถูกต้องและครบถ้วน คือ เมื่อ O_2 แพร่เข้าสู่หลอดเลือดฝอยรอบถุงลม จะจับกับหมูฮีมของฮีโมโกลบิน (Hb) ในเซลล์เม็ดเลือดแดง เป็นออกซีฮีโมโกลบิน (HbO_2) แล้วจะลำเลียงเข้าสู่หัวใจและสูบฉีดไปยัง |

| ข้อที่ | รายการประเมิน | | |
|--|--|---|---|
| | นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส และการลำเลียงแก๊สของมนุษย์ได้ | | |
| | 0 | 1 | 2 |
| กับการลำเลียงแก๊ส CO ₂ จากบริเวณเซลล์ของเนื้อเยื่อต่างๆ ไปยังบริเวณปอดอย่างไร | <p>แดงและลำเลียงไปยังเซลล์ต่าง ๆ ส่วน CO₂ ทำปฏิกิริยากับน้ำในเซลล์เม็ดเลือดแดงเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก ซึ่งกรดคาร์บอนิกจะแตกตัวได้ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนและไฮโดรเจนไอออน หลังจากนั้นไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนจะถูกลำเลียงสู่พลาสมา และลำเลียงไปยังปอดต่อไป</p> | <p>เซลล์ต่าง ๆ จากนั้นที่บริเวณเนื้อเยื่อ HbO₂ จะปล่อย O₂ แพร่เข้าสู่เซลล์ของเนื้อเยื่อ ส่วน CO₂ จะแพร่ออกจากเซลล์เข้าสู่หลอดเลือดฝอย โดย CO₂ ส่วนใหญ่จะทำปฏิกิริยากับน้ำในเซลล์เม็ดเลือดแดงเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก (H₂CO₃) โดยมีเอนไซม์คาร์บอนิกแอนไฮเดรสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา กรดคาร์บอนิกจะแตกตัวได้ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน (HCO₃⁻) และไฮโดรเจนไอออน (H⁺) แล้วไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนจะถูกลำเลียงเข้าสู่พลาสมา และถูกลำเลียงไปยังหัวใจแล้วไปยังปอด ต่อมาที่บริเวณหลอดเลือดฝอยรอบถุงลมในเซลล์เม็ดเลือดแดงไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนจะรวมตัวกับไฮโดรเจนไอออนเป็นกรดคาร์บอนิก แล้วแตกตัวเป็น CO₂ และน้ำ โดยมีคาร์บอนิกแอนไฮเดรสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเช่นกัน เป็นผลให้ความดันย่อยของ CO₂ ในหลอดเลือดฝอยสูงกว่าในถุงลม จึงเกิดการแพร่ของ CO₂ จากหลอดเลือดฝอยสู่ถุงลม เพื่อกำจัด CO₂ ออกจากร่างกาย</p> | |

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

| ระดับคะแนน | ระดับคุณภาพ |
|------------|-------------|
| 4 | ดี |
| 2-3 | พอใช้ |
| 0-1 | ปรับปรุง |



ใบกิจกรรมที่ 5

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น ม.5/..... เลขที่.....

ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
 “บุหรี่ไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุหรี่ปริมาณจริงหรือไม่”



ที่มา : <https://health.mthai.com/app/uploads/2018/12/Electric-cigarette-2.jpg>

หน่วยงานด้านสาธารณสุขของอังกฤษได้รื้องานศึกษาต่าง ๆ เกี่ยวกับโทษของบุหรี่ปริมาณ เปรียบเทียบกับบุหรี่ไฟฟ้า และได้ข้อสรุปว่า บุหรี่ไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุหรี่ปริมาณถึง 95% ทั้งนี้ สาเหตุหลัก ๆ ก็เนื่องจากบุหรี่ไฟฟ้าไม่มีกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ จึงไม่ทำให้เกิดสารทาร์ (Tar) ซึ่งเป็นน้ำมันที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ยาสูบและเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เป็นมะเร็งปอด

บุหรี่ไฟฟ้าไม่ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แบบบุหรี่ปริมาณ ซึ่งก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ในบุหรี่ปริมาณเป็นก๊าซชนิดเดียวกันกับที่พ่นออกจากท่อไอเสียรถยนต์มีความสามารถในการจับกับ ฮีโมโกลบินมากกว่าออกซิเจนประมาณ 200-250 เท่า ซึ่งเมื่อจับแล้วจะกลายเป็นสารประกอบคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน ทำให้ฮีโมโกลบินที่จับกับออกซิเจนในเลือดน้อยลง ส่งผลให้เม็ดเลือดแดงขนส่ง ออกซิเจนไปยังเนื้อเยื่อส่วนปลายได้ลดลง เนื้อเยื่อในร่างกายจึงเกิดภาวะขาดออกซิเจน อาการพิษ จากก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่พบได้บ่อย คือ ปวดศีรษะ และเวียนศีรษะ ถ้าหัวใจและสมองขาด ออกซิเจนทำให้หน้ามืดเป็นลมหมดสติ หรือเสียชีวิตได้ (วุฒิเชษฐ รุ่งเรือง และฐิติพล เยาวลักษณ์, 2564)

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่กลุ่มสนับสนุนบุหรี่ไฟฟ้าในประเทศไทยนำมาแสดงว่า บุหรี่ไฟฟ้า อันตรายน้อยกว่าบุหรี่ปริมาณ 33% หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือมีอันตราย 67% ของบุหรี่ปริมาณ โดย งานวิจัยที่ถูกอ้างอิง มาจากมหาวิทยาลัยโอทาโก ประเทศนิวซีแลนด์ ซึ่งประเมินว่า “บุหรี่ไฟฟ้า อันตรายน้อยกว่าบุหรี่ปริมาณ 33%” โดยการศึกษาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัย 5 ชิ้น และ

งานวิจัย 2 ใน 5 ชิ้น เป็นงานวิจัยที่บริษัทบูทรีสนับสนุน และกลุ่มที่สนับสนุนบูทรีไฟฟ้ายังแสดงความ
 คิดเห็นต่าง ๆ ดังคลิป <https://shorturl.asia/Ece1Y>

อย่างไรก็ตามยังมีงานวิจัยที่ได้ผลขัดแย้งกับผลวิจัยดังกล่าว ซึ่งงานวิจัยจากต่างประเทศ
 แสดงให้เห็นว่า บูทรีไฟฟ้ามีพิษและอันตรายมากกว่าบูทรีแบบธรรมดา เช่น ไอความร้อนที่สูงมาก
 ทำลายเซลล์เยื่อบุทางหายใจ และนอกจากนี้ ดร.พญ.เริงฤดี ปธานวนิช อาจารย์ภาควิชาเวชศาสตร์
 ชุมชน คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี และหัวหน้าโครงการวิจัย ติดตามและเฝ้าระวัง
 อุตสาหกรรรมยาสูบในประเทศไทย เผยผลการวิจัยต่างประเทศชี้ชัดว่า บูทรีไฟฟ้ามีอันตรายกับผู้สูบ
 มากกว่าบูทรีมวนสูงถึง 67% ซึ่งถือเป็นการตอกย้ำเหตุผลที่องค์การอนามัยโลก (WHO) ไม่การันตี
 บูทรีไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบูทรีมวน

1. เมื่อนักเรียนอ่านบทความเสร็จแล้ว ให้นักเรียน **ระบุข้อกล่าวอ้าง** “จริงหรือไม่กับ
 ประเด็นที่ว่า บูทรีไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบูทรีมวน”

.....

.....

2. ให้นักเรียนระบุข้อควรคำนึงถึงสังคมจากที่นักเรียนได้ระบุข้อกล่าวอ้างไปแล้ว นักเรียนมี
 ข้อควรคำนึงถึงสังคมใดบ้างที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

3. ประเด็น “บูทรีไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบูทรีมวนจริงหรือไม่” มีความเกี่ยวข้องกับเรื่อง
 ไตบ้างในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียน**ระบุหลักฐาน**ที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อสนับสนุน
ข้อกล่าวอ้างของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ให้นักเรียน**ระบุเหตุผล**เพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานโดยใช้หลักการทาง
วิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นดังกล่าว และ
เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน

.....

.....

.....

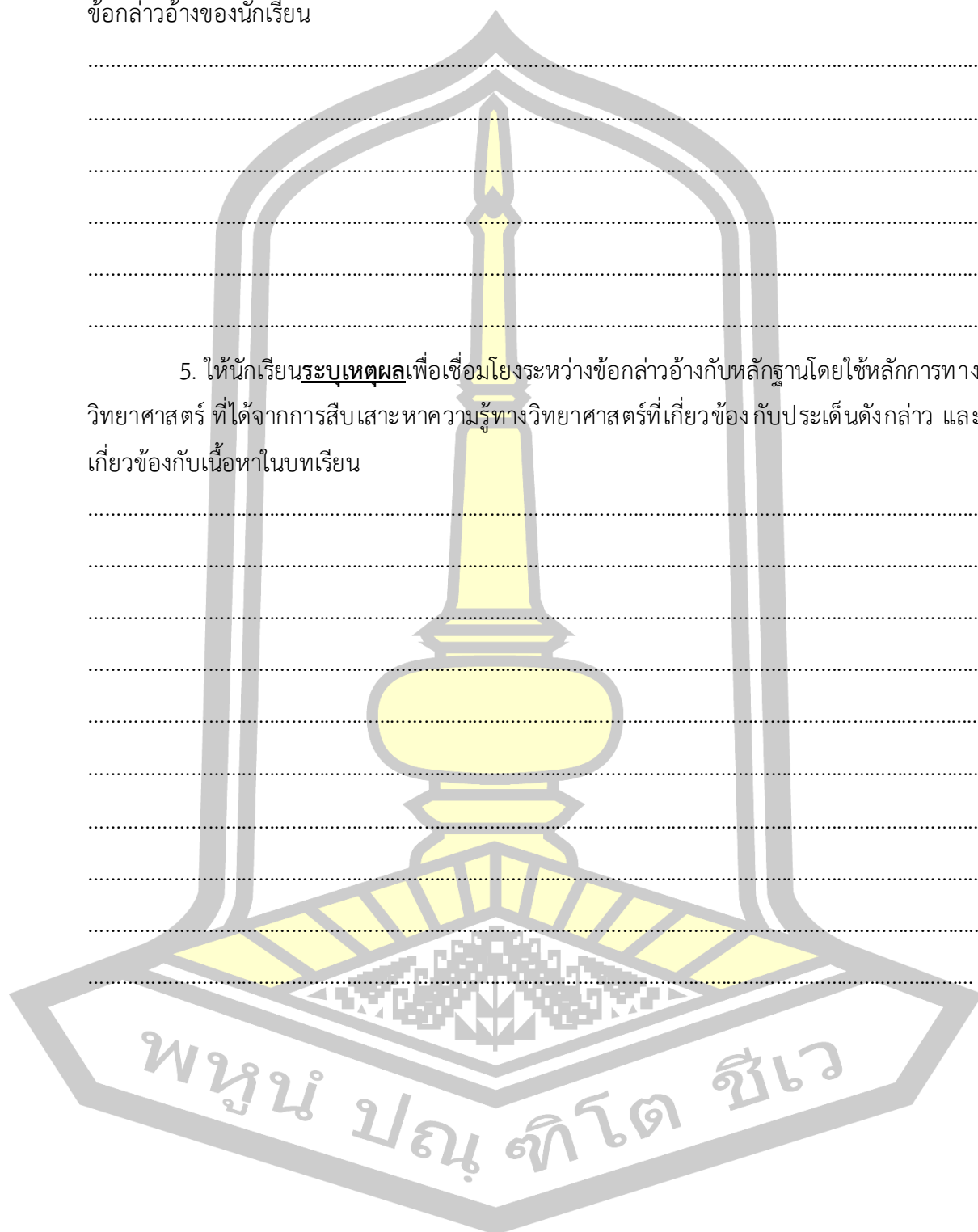
.....

.....

.....

.....

.....



เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ไม่ได้ประเมินเพื่อตัดสิน)

| รายการที่ สังเกต | พฤติกรรมบ่งชี้ | ระดับคะแนน | | |
|-----------------------------|--|---|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 |
| การระบุ ข้อกล่าว อ้าง | 1. นักเรียนพูดคุย กัน และมีการ เขียนเพื่อระบุข้อ กล่าวอ้าง โดย การซักถามความ คิดเห็นที่เกิดจาก ประสบการณ์เดิม ที่สอดคล้องกับ ประเด็นทาง สังคมที่เกี่ยวข้อง กับวิทยาศาสตร์ กับเพื่อนภายใน กลุ่ม | นักเรียนไม่มีการ พูดคุยกัน และไม่มี การเขียนเพื่อระบุ ข้อกล่าวอ้าง | นักเรียนพูดคุยกัน และมีการเขียนเพื่อ ระบุข้อกล่าวอ้าง โดยการซักถามความ คิดเห็นที่เกิดจาก ประสบการณ์เดิมที่ สอดคล้องกับ ประเด็นทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์กับ เพื่อนภายในกลุ่ม แต่ มีการเขียนข้อกล่าว อ้างอื่น ๆ ที่ไม่ เกี่ยวข้องเข้าไปเพิ่ม | นักเรียนพูดคุยกัน และมีการเขียนเพื่อ ระบุข้อกล่าวอ้าง โดยการซักถามความ คิดเห็นที่เกิดจาก ประสบการณ์เดิมที่ สอดคล้องกับ ประเด็นทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์กับ เพื่อนภายในกลุ่ม และไม่มีการเขียนข้อ กล่าวอ้างอื่น ๆ ที่ไม่ เกี่ยวข้องเข้าไปเพิ่ม |
| การระบุ หลักฐาน | 2. นักเรียนสืบค้น ข้อมูล รวบรวม ข้อมูลจากแหล่ง ต่าง ๆ พูดคุยกัน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ จากการสืบค้นมา เขียนระบุเป็น หลักฐานเพื่อใช้ สนับสนุนข้อ กล่าวอ้าง | นักเรียนไม่มีการ สืบค้นข้อมูล ไม่ รวบรวมข้อมูลจาก แหล่งต่าง ๆ ไม่ พูดคุยกัน และไม่มี การเขียนระบุ หลักฐานเพื่อใช้ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง | นักเรียนสืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลจาก แหล่งต่าง ๆ พูดคุย กันเพื่อนำข้อมูลที่ได้ จากการสืบค้นมา เขียนระบุเป็น หลักฐานเพื่อใช้ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง แต่มีการแสดง หลักฐานที่ไม่ เกี่ยวกับประเด็นทาง สังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ | นักเรียนสืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลจาก แหล่งต่าง ๆ พูดคุย กันเพื่อนำข้อมูลที่ได้ จากการสืบค้นมา เขียนระบุเป็น หลักฐานเพื่อใช้ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง ซึ่งมีการแสดง หลักฐานที่เกี่ยวข้องกับ ประเด็นทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ |
| การระบุ | 3. นักเรียนพูดคุย | นักเรียนไม่มีการ | นักเรียนพูดคุยกัน | นักเรียนพูดคุยกัน |

| รายการที่ สังเกต | พฤติกรรมบ่งชี้ | ระดับคะแนน | | |
|---------------------|---|--|--|--|
| | | 0 | 1 | 2 |
| เหตุผล | กันภายในกลุ่ม แล้วนำหลักการ ทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้จาก การศึกษาค้นคว้า มาเขียนให้เหตุผล เพื่อเชื่อมโยง ระหว่างข้อกล่าว อ้างกับหลักฐาน | พูดคุยกันภายใน กลุ่ม ไม่มีการนำ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่ได้ จากการศึกษา จากการศึกษา ค้นคว้ามายื่นให้ เหตุผลเพื่อ เชื่อมโยงระหว่าง ข้อกล่าวอ้างกับ หลักฐาน | ภายในกลุ่ม แล้วนำ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่ได้จาก การศึกษาค้นคว้ามายื่นให้เหตุผลเพื่อ เชื่อมโยงระหว่างข้อ กล่าวอ้างกับ หลักฐานและ นำเสนอหน้าชั้นเรียน แต่ใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่ไม่ เกี่ยวกับประเด็นทาง สังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ | ภายในกลุ่ม แล้วนำ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่ได้จาก การศึกษาค้นคว้ามายื่นให้เหตุผลเพื่อ เชื่อมโยงระหว่างข้อ กล่าวอ้างกับ หลักฐานและ นำเสนอหน้าชั้น เรียนโดยมีการใช้ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่ เกี่ยวกับประเด็นทาง สังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ |



แบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ : คุณลักษณะความมีเหตุผล (A)

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....ม.5/.....เลขที่.....

วัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับคุณลักษณะที่นักเรียนรู้สึก โดยจำแนกระดับความรู้สึกเป็น 5 ระดับ (ปรับจาก บุญชม ศรีสะอาด, 2553) ดังนี้

- ระดับ 5 หมายถึง นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลอยู่ในระดับมากที่สุด
 ระดับ 4 หมายถึง นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลอยู่ในระดับระดับมาก
 ระดับ 3 หมายถึง นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลอยู่ในระดับปานกลาง
 ระดับ 2 หมายถึง นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลอยู่ในระดับน้อย
 ระดับ 1 หมายถึง นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลอยู่ในระดับน้อยที่สุด

| รายการประเมิน | ระดับความรู้สึก | | | | |
|---|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| | มากที่สุด (5) | มาก (4) | ปานกลาง (3) | น้อย (2) | น้อยที่สุด (1) |
| 1. นักเรียนยอมรับคำอธิบายที่มีหลักฐานอ้างอิง | | | | | |
| 2. นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล | | | | | |
| 3. นักเรียนหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลที่เกิดขึ้น | | | | | |
| 4. นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิดต่าง ๆ จากแหล่งข้อมูลที่สามารถเชื่อถือได้ | | | | | |
| 5. นักเรียนมีหลักฐานข้อมูลอย่างเพียงพอเพื่อนำไปสร้างคำอธิบาย | | | | | |

แปลความหมายของผลการประเมินจากแบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้าน
คุณลักษณะความมีเหตุผล โดยหาค่าเฉลี่ยเป็นรายบุคคล แล้วนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้มาเทียบกับเกณฑ์
ระดับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผล (ปรับจาก บุญชม ศรีสะอาด, 2553) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลในระดับมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลในระดับน้อยที่สุด





ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการวิจัย

พหุมนั ปณุ ทิโต ชีเว

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ทำยวงจรปฏิบัติการที่ 1

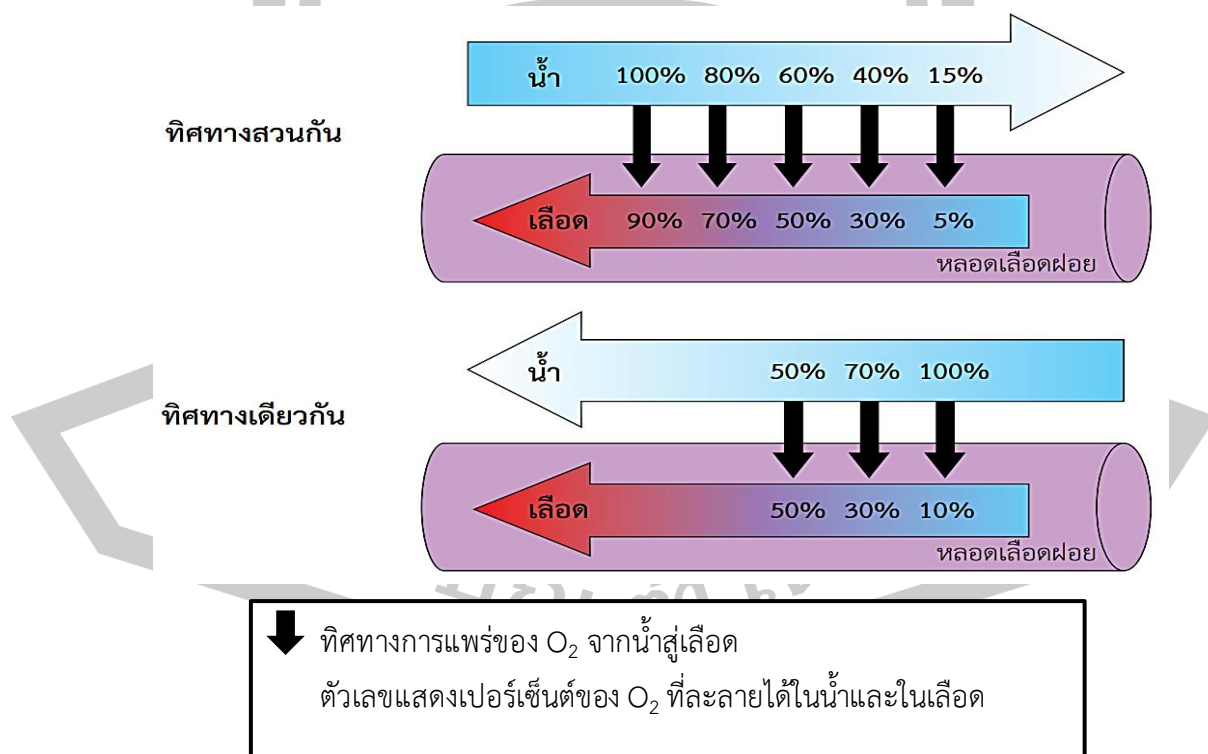
คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทำยวงจรปฏิบัติการที่ 1
2. ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบอัตนัย มี 2 ข้อ ซึ่งแต่ละข้อครอบคลุม 3 องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล
3. ให้เวลาในการทำแบบทดสอบ 40 นาที โดยให้ใช้ปากกาสีน้ำเงินเขียนตอบลงในพื้นที่ว่างที่กำหนดให้

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....ม.5/.....เลขที่.....

แบบทดสอบทำยวงจรปฏิบัติการที่ 1 ข้อที่ 1

ภาพ การไหลของน้ำและการไหลของเลือดในเหงือกในทิศทางเดียวกันและทิศทางสวนทางกัน



ในฤดูแล้งและฤดูหนาวกระแสน้ำในแม่น้ำชีในจังหวัดมหาสารคามมักไหลไม่เชี่ยวแรง ทำให้ในขณะที่ปลามีการอ้าปากและหุบปาก น้ำไหลจะเข้าปากปลาแล้วผ่านเหงือกออกไป โดยมีทิศทางการไหลของเลือดในเหงือกสวนทางกับทิศทางการไหลของน้ำที่ผ่านเหงือก ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนแบบสวนทางกัน (countercurrent exchange) ของแก๊ส โดยน้ำที่ไหลผ่านเหงือกจะมีความดันย่อยของ O_2 แพร่เข้าสู่หลอดเลือดฝอยได้ตลอด เหงือกปลาจึงนำ O_2 ที่ละลายในน้ำเข้าสู่หลอดเลือดฝอยได้มากกว่า 80% ของ O_2 ที่ละลายในน้ำ ส่งผลให้เกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สอย่างมีประสิทธิภาพ ในฤดูฝนแม่น้ำชีมักไหลเชี่ยวแรง ทำให้บางครั้งเกิดการไหลของน้ำและการไหลของเลือดในเหงือกปลามีทิศทางเดียวกัน

ให้นักเรียนพิจารณาภาพและสถานการณ์ข้างต้นแล้วตอบคำถามดังต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด

1. ถ้าการไหลของน้ำและการไหลของเลือดในเหงือกปลามีทิศทางเดียวกัน การแลกเปลี่ยนแก๊ส O_2 จะแตกต่างจากการไหลที่มีทิศสวนทางกันอย่างไร (ระบุข้อกล่าวอ้าง)

.....

.....

.....

2. อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้น (ระบุหลักฐาน)

.....

.....

.....

.....

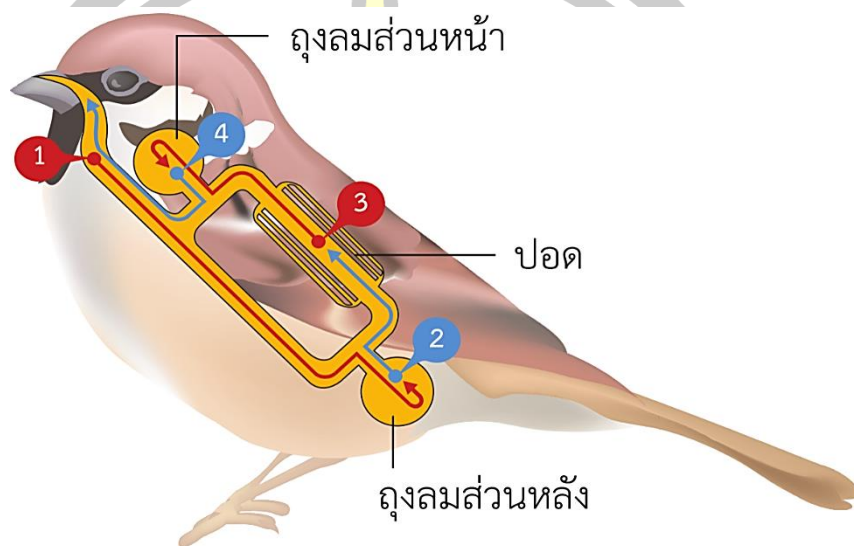
พจนานุกรม ศัพท์ชีว

| องค์ประกอบ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|---|---|---|--|
| | 0 | 1 | 2 |
| ข้อมูลเชิง วิทยาศาสตร์ที่ สนับสนุนข้อ กล่าวอ้าง ซึ่ง ข้อมูลต้องมีความ เกี่ยวข้อง และ เพียงพอที่จะ สนับสนุนข้อ กล่าวอ้างของ สถานการณ์นั้น | หลักฐานที่ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง หรือเขียน แสดงหลักฐานที่ ไม่เกี่ยวข้องกับ การสนับสนุนข้อ กล่าวอ้างของ สถานการณ์นั้น | สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น แต่ยังไม่เพียงพอ ดังนี้ จาก รูปให้ข้อมูลว่า การไหลที่มี ทิศทางเดียวกันแสดง เปอร์เซ็นต์ของ O ₂ ที่ละลาย ได้ในเลือดเพิ่มขึ้นจาก 10% จนถึง 50% จากนั้นมี แนวโน้มลดลง แต่การไหลที่มี ทิศทางสวนทางกันแสดง เปอร์เซ็นต์ของ O ₂ ที่ละลาย ได้ในเลือดเพิ่มขึ้นจาก 5% จนถึง 90% และมีแนวโน้ม เพิ่มขึ้นต่อไปอีก | เกี่ยวข้องและเพียงพอต่อ การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ของสถานการณ์นั้น ดังนี้ จากรูปให้ข้อมูลว่า การไหล ที่มีทิศทางเดียวกันแสดง เปอร์เซ็นต์ของ O ₂ ที่ละลาย ได้ในเลือดเพิ่มขึ้นจาก 10% จนถึง 50% จากนั้นมี แนวโน้มลดลง แต่การไหลที่มี ทิศทางสวนทางกันแสดง เปอร์เซ็นต์ของ O ₂ ที่ละลาย ได้ในเลือดเพิ่มขึ้นจาก 5% จนถึง 90% และมีแนวโน้ม เพิ่มขึ้นต่อไปอีก ซึ่ง สอดคล้องกับข้อมูลจาก สถานการณ์ที่ให้ว่า ปลาน้ำ O ₂ ที่ละลายในน้ำเข้าสู่ หลอดเลือดฝอยได้มากกว่า 80% ของ O ₂ ที่ละลายใน น้ำ |
| 3. การให้เหตุผล คือ การแสดงความ เชื่อมโยง ระหว่างข้อกล่าว อ้างและหลักฐาน โดยแสดงว่า เพราะเหตุใดจึงใช้ | ไม่มีการเขียนให้ เหตุผลหรือเขียน ให้เหตุผลที่ไม่ แสดงความ เชื่อมโยงระหว่าง หลักฐานกับข้อ กล่าวอ้าง | มีการเขียนให้เหตุผลแสดง ความเชื่อมโยงระหว่าง หลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยมีการอ้างอิงหลักการ ทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ เพียงพอ กล่าวคือ ระบุการ ไหลของน้ำและการไหลของ เลือดในเหงือกในทิศทาง | มีการเขียนให้เหตุผลถูกต้อง และสมบูรณ์ แสดงความ เชื่อมโยงระหว่างหลักฐาน และข้อกล่าวอ้าง โดยมีการ อ้างอิงหลักการทาง วิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ กล่าวคือ ระบุการไหลของ น้ำและการไหลของเลือดใน |

| องค์ประกอบ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|---|--|--|---|
| | 0 | 1 | 2 |
| ข้อมูลนั้นเป็น หลักฐาน โดยใช้ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ อย่างเพียงพอ | <p>เดียวกันและทิศทางสวนทาง กันได้ <u>1 ใน 2 ประเด็น</u> ดังนี้</p> <p>1) การไหลที่มีทิศทาง เดียวกัน เมื่อ O_2 ในน้ำที่ ไหลผ่านเหืองแพร่เข้าสู่ หลอดเลือดฝอยจะมีปริมาณ ที่ลดลงตามลำดับ ในขณะที่ O_2 ในหลอดเลือดฝอยจะ ค่อยๆ เพิ่มขึ้นจาก 10% จนถึง 50% ส่งผลให้ความ แตกต่างของความดันย่อย ของ O_2 ระหว่างน้ำและ เลือดลดลงตามลำดับ</p> <p>2) การไหลที่มีทิศทาง สวนทางกันที่มีเปอร์เซ็นต์ ของ O_2 ที่ละลายได้ในเลือด เพิ่มขึ้นจาก 5% จนถึง 90% หรือเพิ่มขึ้นได้มากกว่า 80% จะมีความแตกต่างของความ ดันย่อยของ O_2 ในน้ำสูงกว่า ในหลอดเลือดฝอยตลอด พื้นที่ที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊ส จึงทำให้มีประสิทธิภาพใน การแลกเปลี่ยนแก๊สสูงกว่า การไหลที่มีทิศทางเดียวกัน</p> | <p>เหืองในทิศทางเดียวกัน และทิศทางสวนทางกันได้ <u>ครบทั้ง 2 ประเด็น</u> ดังนี้</p> <p>1) การไหลที่มีทิศทาง เดียวกัน เมื่อ O_2 ในน้ำที่ ไหลผ่านเหืองแพร่เข้าสู่ หลอดเลือดฝอยจะมีปริมาณ ที่ลดลงตามลำดับ ในขณะที่ O_2 ในหลอดเลือดฝอยจะ ค่อยๆ เพิ่มขึ้นจาก 10% จนถึง 50% ส่งผลให้ความ แตกต่างของความดันย่อย ของ O_2 ระหว่างน้ำและ เลือดลดลงตามลำดับ</p> <p>2) การไหลที่มีทิศทาง สวนทางกันที่มีเปอร์เซ็นต์ ของ O_2 ที่ละลายได้ในเลือด เพิ่มขึ้นจาก 5% จนถึง 90% หรือเพิ่มขึ้นได้ มากกว่า 80% จะมีความ แตกต่างของความดันย่อย ของ O_2 ในน้ำสูงกว่าใน หลอดเลือดฝอยตลอดพื้นที่ ที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊ส จึงทำให้มีประสิทธิภาพใน การแลกเปลี่ยนแก๊สสูงกว่า การไหลที่มีทิศทางเดียวกัน</p> | |

แบบทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1 ข้อที่ 2

ภาพ กลไกการหายใจของนก โดยแสดงรอบของการหายใจ 1 รอบ ที่ทำให้อากาศหมุนเวียนครบวงจร ซึ่งนกจะหายใจเข้าและหายใจออก 2 ครั้งต่อ 1 วงจร



หมายเลข 1 และ 2 แสดงการหายใจเข้าและออกของนกครั้งที่ 1 ตามลำดับ
หมายเลข 3 และ 4 แสดงการหายใจเข้าและออกของนกครั้งที่ 2 ตามลำดับ

มลภาวะทางอากาศรวมถึง PM 2.5 เป็นสิ่งที่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นคน สัตว์เลี้ยง หรือสัตว์อื่น ๆ โดยส่วนใหญ่จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบทางเดินหายใจ กระตุ้นให้เกิดการอักเสบ ซึ่งสัตว์ต่าง ๆ ที่ได้รับจะมีความแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับกลไกร่างกายของสัตว์แต่ละชนิด สำหรับ "สุนัข" และ "แมว" มีโอกาสได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองเข้าสู่ร่างกาย แต่อาจได้รับผลกระทบน้อยกว่าสัตว์ที่มีการเมทาบอลิซึมสูง (ระบบเผาผลาญ) ที่มักจะหายใจถี่กว่า เช่น ลูกสัตว์ชนิดต่าง ๆ หนู หรือนก สัตว์ที่มีความเสี่ยงสูง คือสัตว์ปีก เพราะมีการหายใจเข้าออกที่แตกต่างจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม คือหายใจนำลมเข้าไปไว้ที่ถุงลมก่อนที่จะปล่อยลมผ่านเข้าไปในปอด ลักษณะการหายใจแบบที่ไม่ได้แลกเปลี่ยนอากาศโดยตรงแบบทันทีทันใดทำให้มลพิษที่เข้าไปพร้อมอากาศถูกเก็บไว้ในร่างกายมากกว่า และอาจได้รับผลกระทบมากกว่าเช่นกัน (ณัฐวุฒิ คณาติยานนท์, 2563)

ให้นักเรียนพิจารณาภาพและสถานการณ์ข้างต้นแล้วตอบคำถามดังต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด

1. จากสถานการณ์ ฝุ่นละออง PM 2.5 จะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนแก๊สของนกอย่างไร (ระบุข้อกล่าวอ้าง)

.....

.....

.....

2. อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้น (ระบุหลักฐาน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนมีเหตุผลอย่างไร ว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (การให้เหตุผล)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

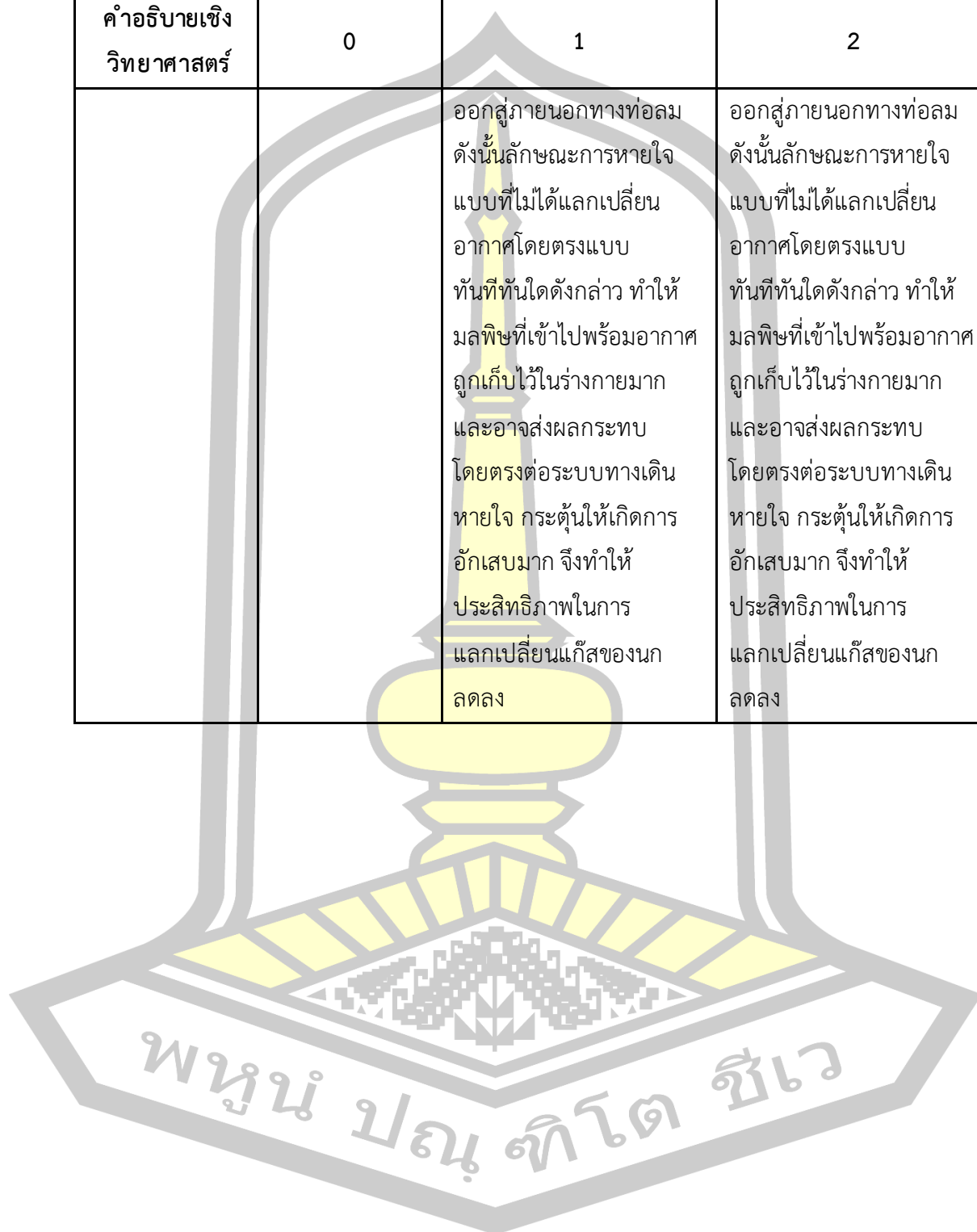
พจนานุกรม ศัพท์ โด ชีเว

เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทำวงจรปฏิบัติการที่ 1 ข้อที่ 2

| องค์ประกอบ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|--|--|---|---|
| | 0 | 1 | 2 |
| <p>1. ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อความที่เป็นคำตอบเบื้องต้นของคำถามที่เกี่ยวกับสถานการณ์นั้น</p> | <p>ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือเขียนข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นไม่ถูกต้อง</p> | <p>เขียนข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นถูกต้อง คือ ฝุ่นละออง PM 2.5 จะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนแก๊สของนกลดลง แต่ข้อกล่าวอ้างไม่สมบูรณ์ กล่าวคือ เขียนข้อกล่าวอ้างอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปเพิ่ม</p> | <p>เขียนข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นถูกต้อง และสมบูรณ์ ดังนี้ ฝุ่นละออง PM 2.5 จะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนแก๊สของนกลดลง</p> |
| <p>2. หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งข้อมูลต้องมีความเกี่ยวข้อง และเพียงพอที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของสถานการณ์นั้น</p> | <p>ไม่เขียนแสดงหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือเขียนแสดงหลักฐานที่ไม่เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของสถานการณ์นั้น</p> | <p>เขียนแสดงหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น แต่ยังไม่เพียงพอ ดังนี้ จากสถานการณ์ให้ข้อมูลว่า PM 2.5 เป็นสิ่งที่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ส่วนใหญ่จะส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ กระตุ้นให้เกิดการอักเสบ</p> | <p>เขียนแสดงหลักฐานได้เกี่ยวข้องและเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของสถานการณ์นั้น ดังนี้ จากสถานการณ์ให้ข้อมูลว่า PM 2.5 เป็นสิ่งที่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ส่วนใหญ่จะส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ กระตุ้นให้เกิดการอักเสบ คือนกหายใจนำลมเข้าไปไว้ที่ถุงลม ก่อนที่จะปล่อยลมผ่านเข้าไปในปอด ลักษณะการหายใจแบบที่ไม่ได้แลกเปลี่ยนอากาศโดยตรง</p> |

| องค์ประกอบ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|---|--|---|--|
| | 0 | 1 | 2 |
| | | | แบบทันทีทันใดทำให้มลพิษ ที่เข้าไปพร้อมอากาศถูกเก็บ ไว้ในร่างกายมาก และอาจ ได้รับผลกระทบมาก |
| 3. การให้เหตุผล คือ การแสดงความ เชื่อมโยง ระหว่างข้อกล่าว อ้างและหลักฐาน โดยแสดงว่า เพราะเหตุใดจึงใช้ ข้อมูลนั้นเป็น หลักฐาน โดยใช้ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ อย่างเพียงพอ | ไม่มีการเขียนให้ เหตุผลหรือเขียน ให้เหตุผลที่ไม่ แสดงความ เชื่อมโยงระหว่าง หลักฐานกับข้อ กล่าวอ้าง | มีการเขียนให้เหตุผลแสดง ความเชื่อมโยงระหว่าง หลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยมีการอ้างอิงหลักการ ทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ เพียงพอ กล่าวคือระบุกลไก การหายใจของนกในการ หายใจเข้าและหายใจออก 2 ครั้งได้ <u>1 ใน 2 ประเด็น</u> ดังนี้ 1) เมื่อหายใจเข้าครั้งที่ ที่ 1 ถุงลมส่วนหลังขยายตัว อากาศภายนอกเข้าสู่ท่อลม ไปยังถุงลมส่วนหลัง เมื่อ หายใจออกครั้งที่ 1 ถุงลม ส่วนหลังหดตัว อากาศจาก ถุงลมส่วนหลังจะเคลื่อนเข้า สู่ปอด 2) เมื่อหายใจเข้าครั้งที่ ที่ 2 ถุงลมส่วนหน้าขยายตัว อากาศจากปอดจะเคลื่อน เข้าสู่ถุงลมส่วนหน้า เมื่อ หายใจออกครั้งที่ 2 ถุงลม ส่วนหน้าหดตัว ขับอากาศ | มีการเขียนให้เหตุผลถูกต้อง และสมบูรณ์ แสดงความ เชื่อมโยงระหว่างหลักฐาน และข้อกล่าวอ้าง โดยมีการ อ้างอิงหลักการทาง วิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ กล่าวคือ ระบุกลไกการ หายใจของนก ในการหายใจ เข้าและหายใจออก 2 ครั้ง ได้ <u>ครบทั้ง 2 ประเด็น</u> ดังนี้ 1) เมื่อหายใจเข้าครั้งที่ ที่ 1 ถุงลมส่วนหลังขยายตัว อากาศภายนอกเข้าสู่ท่อลม ไปยังถุงลมส่วนหลัง เมื่อ หายใจออกครั้งที่ 1 ถุงลม ส่วนหลังหดตัว อากาศจาก ถุงลมส่วนหลังจะเคลื่อนเข้า สู่ปอด 2) เมื่อหายใจเข้าครั้งที่ ที่ 2 ถุงลมส่วนหน้าขยายตัว อากาศจากปอดจะเคลื่อน เข้าสู่ถุงลมส่วนหน้า เมื่อ หายใจออกครั้งที่ 2 ถุงลม ส่วนหน้าหดตัว ขับอากาศ |

| องค์ประกอบ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|---|------------|--|--|
| | 0 | 1 | 2 |
| | | <p>ออกสู่ภายนอกทางทอลม ตั้งนั้นลักษณะการหายใจ แบบที่ไม่ได้แลกเปลี่ยน อากาศโดยตรงแบบ ทันทีทันใดดังกล่าว ทำให้ มลพิษที่เข้าไปพร้อมอากาศ ถูกเก็บไว้ในร่างกายมาก และอาจส่งผลกระทบต่อ โดยตรงต่อระบบทางเดิน หายใจ กระตุ้นให้เกิดการ อักเสบมาก จึงทำให้ ประสิทธิภาพในการ แลกเปลี่ยนแก๊สของนก ลดลง</p> | <p>ออกสู่ภายนอกทางทอลม ตั้งนั้นลักษณะการหายใจ แบบที่ไม่ได้แลกเปลี่ยน อากาศโดยตรงแบบ ทันทีทันใดดังกล่าว ทำให้ มลพิษที่เข้าไปพร้อมอากาศ ถูกเก็บไว้ในร่างกายมาก และอาจส่งผลกระทบต่อ โดยตรงต่อระบบทางเดิน หายใจ กระตุ้นให้เกิดการ อักเสบมาก จึงทำให้ ประสิทธิภาพในการ แลกเปลี่ยนแก๊สของนก ลดลง</p> |



แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

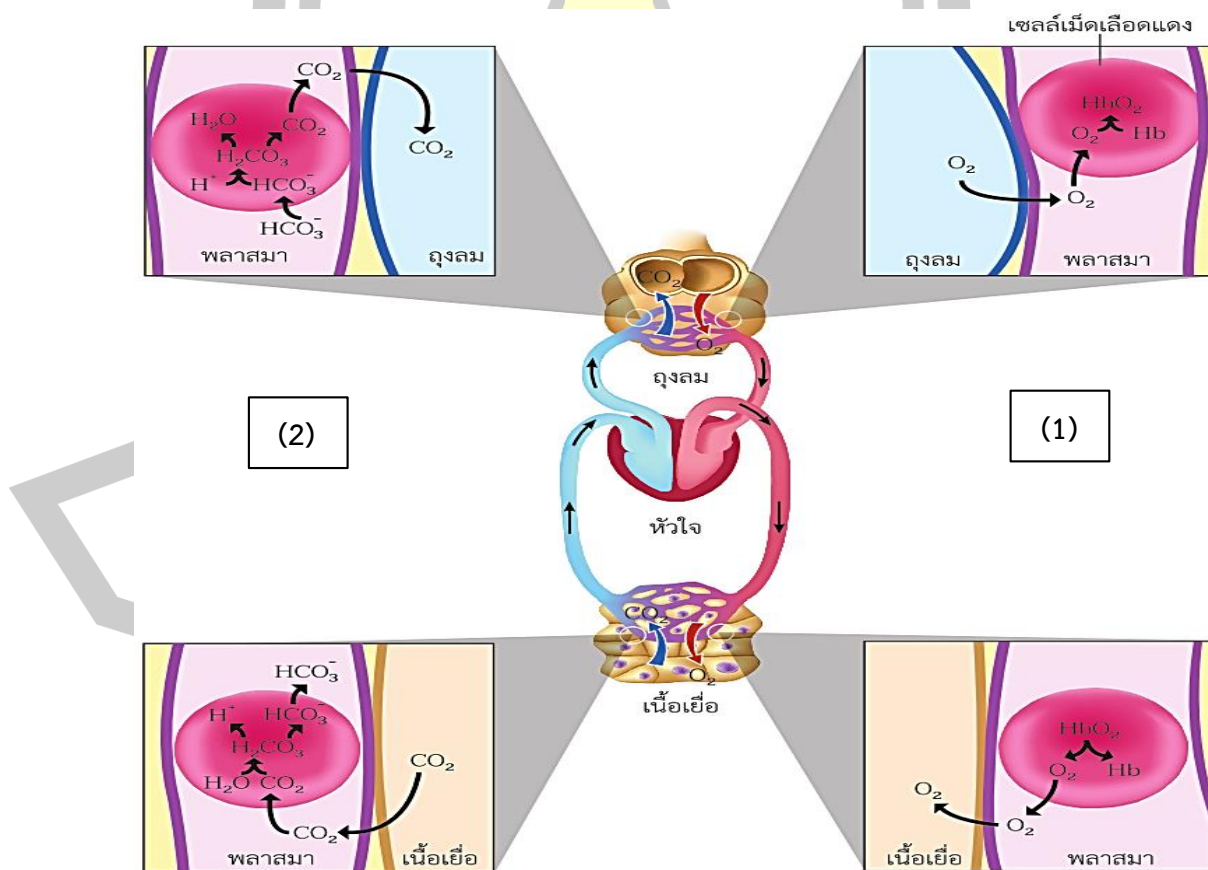
ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2
2. ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบอัตนัย มี 2 ข้อ ซึ่งแต่ละข้อครอบคลุม 3 องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล
3. ให้อเวลาในการทำแบบทดสอบ 40 นาที โดยให้ใช้ปากกาสีน้ำเงินเขียนตอบลงในพื้นที่ว่างที่กำหนดให้

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....ม.5/.....เลขที่.....

แบบทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 ข้อที่ 1



ภาพที่แสดงเป็นภาพกระบวนการแลกเปลี่ยนและลำเลียงแก๊สออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ โดยแสดง 2 กระบวนการ คือ (1) กระบวนการที่แก๊สออกซิเจนจากถุงลมจับกับฮีโมโกลบินในเซลล์เม็ดเลือดแดงแล้วลำเลียงไปสู่เนื้อเยื่อ และ (2) กระบวนการลำเลียงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากเนื้อเยื่อไปสู่ถุงลม

แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ในบุหรี่ยุคใหม่เป็นแก๊สชนิดเดียวกับที่พ่นออกจากท่อไอเสียรถยนต์ เป็นแก๊สที่ไม่มีสีไม่มีกลิ่น โดยทั่วไปเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งฮีโมโกลบินสามารถจับกับ CO ได้ดีกว่าจับกับ O_2 มากกว่า 210 เท่า ถ้านาย A มักนอนหลับเป็นเวลานานในรถที่ติดเครื่องยนต์ และเปิดเครื่องปรับอากาศ รวมทั้งปิดกระจก โดยควันจากท่อไอเสียรถยนต์ซึ่งมี CO อาจจะเข้ามาในรถได้ และทำให้นาย A หายใจนำเอา CO เข้าไปในปริมาณมากได้

ให้นักเรียนพิจารณาภาพและสถานการณ์ข้างต้นแล้วตอบคำถามดังต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด

1. จากสถานการณ์ดังกล่าว การที่นาย A หายใจนำเอา CO เข้าไปในปริมาณมากจะส่งผลให้เนื้อเยื่อในร่างกายของนาย A ได้รับแก๊ส O_2 จากฮีโมโกลบินเพิ่มขึ้นหรือลดลง (ระบุข้อกล่าวอ้าง)

.....

.....

.....

2. อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้น (ระบุหลักฐาน)

.....

.....

.....

พหุบัน ปรณุ ทิโต ชเว

3. นักเรียนมีเหตุผลอย่างไร ว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (การให้เหตุผล)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

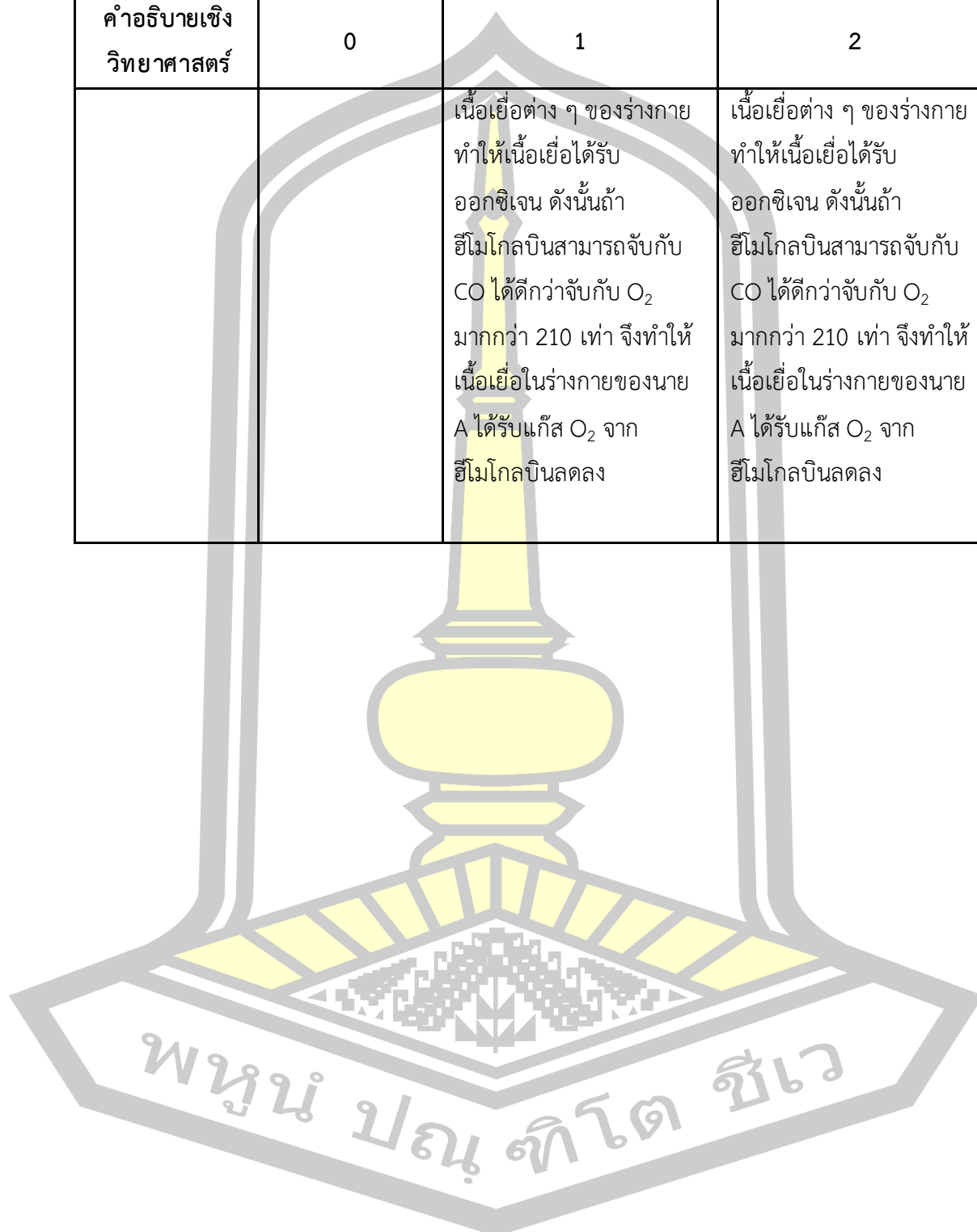
.....

เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 ข้อที่ 1

| องค์ประกอบ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|--|---|--|--|
| | 0 | 1 | 2 |
| 1. ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อความที่ เป็นคำตอบ เบื้องต้นของ คำถามที่เกี่ยวกับ สถานการณ์นั้น | ไม่เขียนข้อกล่าว อ้าง หรือเขียนข้อ กล่าวอ้างที่ เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์นั้นไม่ ถูกต้อง | เขียนข้อกล่าวอ้างที่ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ถูกต้อง คือ การที่นาย A หายใจนำเอา CO เข้าไปใน ปริมาณมากจะส่งผลทำให้ เนื้อเยื่อในร่างกายของนาย A ได้รับแก๊ส O ₂ จาก ฮีโมโกลบินลดลง แต่ข้อ กล่าวอ้างไม่สมบูรณ์ กล่าวคือ เขียนข้อกล่าวอ้าง อื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไป เพิ่ม | เขียนข้อกล่าวอ้างที่ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ถูกต้อง และสมบูรณ์ ดังนี้ การที่นาย A หายใจนำเอา CO เข้าไปในปริมาณมากจะ ส่งผลทำให้เนื้อเยื่อใน ร่างกายของนาย A ได้รับ แก๊ส O ₂ จากฮีโมโกลบิน ลดลง |
| 2. หลักฐาน คือ | ไม่เขียนแสดง | เขียนแสดงหลักฐานในการ | เขียนแสดงหลักฐานได้ |

| องค์ประกอบ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 |
| ข้อมูลเชิง วิทยาศาสตร์ที่ สนับสนุนข้อ กล่าวอ้าง ซึ่ง ข้อมูลต้องมีความ เกี่ยวข้อง และ เพียงพอที่จะ สนับสนุนข้อ กล่าวอ้างของ สถานการณ์นั้น | หลักฐานที่ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง หรือเขียน แสดงหลักฐานที่ ไม่เกี่ยวข้องกับ การสนับสนุนข้อ กล่าวอ้างของ สถานการณ์นั้น | สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น แต่ยังไม่เพียงพอ ดังนี้ ฮีโมโกลบินสามารถจับกับ CO ได้ดีกว่าจับกับ O ₂ | เกี่ยวข้องและเพียงพอต่อ การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ของสถานการณ์นั้น ดังนี้ ฮีโมโกลบินในเซลล์เม็ดเลือด แดงสามารถจับกับ CO ได้ ดีกว่าจับกับ O ₂ มากกว่า 210 เท่า |
| 3. การให้เหตุผล คือ การแสดงความ เชื่อมโยง ระหว่างข้อกล่าว อ้างและหลักฐาน โดยแสดงว่า เพราะเหตุใดจึงใช้ ข้อมูลนั้นเป็น หลักฐาน โดยใช้ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ อย่างเพียงพอ | ไม่มีการเขียนให้ เหตุผลหรือเขียน ให้เหตุผลที่ไม่ แสดงความ เชื่อมโยงระหว่าง หลักฐานกับข้อ กล่าวอ้าง | มีการเขียนให้เหตุผลแสดง ความเชื่อมโยงระหว่าง หลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยมีการอ้างอิงหลักการ ทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ เพียงพอ กล่าวคือ ระบุ กระบวนการแลกเปลี่ยน แก๊สและการลำเลียงแก๊ส ออกซิเจนได้ <u>1 ใน 2</u> <u>ประเด็น</u> ดังนี้ 1) ในภาวะปกติ ฮีโมโกลบิน ในเซลล์เม็ดเลือดแดงจะจับ กับออกซิเจนที่แพร่เข้าสู่ หลอดเลือดฝอยรอบถุงลม กลายเป็นออกซีฮีโมโกลบิน 2) เลือดที่มีออกซี ฮีโมโกลบินนี้จะลำเลียงเข้าสู่ หัวใจและสูบฉีดไปยัง | มีการเขียนให้เหตุผลถูกต้อง และสมบูรณ์ แสดงความ เชื่อมโยงระหว่างหลักฐาน และข้อกล่าวอ้าง โดยมีการ อ้างอิงหลักการทาง วิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ กล่าวคือ ระบุกระบวนการ แลกเปลี่ยนแก๊สและการ ลำเลียงแก๊สออกซิเจนได้ <u>ครบทั้ง 2 ประเด็น</u> ดังนี้ 1) ในภาวะปกติ ฮีโมโกลบิน ในเซลล์เม็ดเลือดแดงจะจับ กับออกซิเจนที่แพร่เข้าสู่ หลอดเลือดฝอยรอบถุงลม กลายเป็นออกซีฮีโมโกลบิน 2) เลือดที่มีออกซี ฮีโมโกลบินนี้จะลำเลียงเข้าสู่ หัวใจและสูบฉีดไปยัง |

| องค์ประกอบ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|---|------------|---|---|
| | 0 | 1 | 2 |
| | | เนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย ทำให้เนื้อเยื่อได้รับ ออกซิเจน ดังนั้นถ้า ฮีโมโกลบินสามารถจับกับ CO ได้ดีกว่าจับกับ O_2 มากกว่า 210 เท่า จึงทำให้ เนื้อเยื่อในร่างกายของนาย A ได้รับแก๊ส O_2 จาก ฮีโมโกลบินลดลง | เนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย ทำให้เนื้อเยื่อได้รับ ออกซิเจน ดังนั้นถ้า ฮีโมโกลบินสามารถจับกับ CO ได้ดีกว่าจับกับ O_2 มากกว่า 210 เท่า จึงทำให้ เนื้อเยื่อในร่างกายของนาย A ได้รับแก๊ส O_2 จาก ฮีโมโกลบินลดลง |



แบบทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 ข้อที่ 2



ที่มา : <https://shorturl.asia/Bflur>

ผลการแข่งขันฟุตบอลโลก 2022 รอบชิงชนะเลิศปรากฏว่า ทีมชาติอาร์เจนตินาครองแชมป์เป็นสมัยที่ 3 ได้สำเร็จ สมมุติว่ามีนักวิจัยท่านหนึ่งได้ศึกษาอัตราการหายใจของทีมชาติอาร์เจนตินาทั้งก่อนแข่งขันและหลังแข่งขันในรอบชิงชนะเลิศ ผลการศึกษาพบว่า อัตราการหายใจก่อนแข่งขันโดยเฉลี่ยของทีมชาติอาร์เจนตินาเท่ากับ 20 L/min ส่วนอัตราการหายใจหลังแข่งขันโดยเฉลี่ยของทีมชาติอาร์เจนตินาเท่ากับ 70 L/min (ดัดแปลงจาก Saladin, 2010)

ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ข้างต้นแล้วตอบคำถามดังต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด

1. จากสถานการณ์ หลังจากจบการแข่งขันอัตราการหายใจของทีมชาติอาร์เจนตินาเป็นอย่างไร (ระบุข้อกล่าวอ้าง)

.....

.....

.....

2. อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้น (ระบุหลักฐาน)

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนมีเหตุผลอย่างไร ว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (การให้เหตุผล)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 ข้อที่ 2

| องค์ประกอบ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|--|---|--|---|
| | 0 | 1 | 2 |
| 1. ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อความที่ เป็นคำตอบ เบื้องต้นของ คำถามที่เกี่ยวกับ สถานการณ์นั้น | ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือเขียนข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นไม่ถูกต้อง | เขียนข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นถูกต้อง คือ หลังจากจบการแข่งขันอัตรการหายใจของทีมชาติอาร์เจนตินาจะเพิ่มขึ้นสูงมาก ทั้งหายใจเร็วและลึก แต่ข้อกล่าวอ้างไม่สมบูรณ์ กล่าวคือ เขียนข้อกล่าวอ้างอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปเพิ่ม | เขียนข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นถูกต้อง และสมบูรณ์ ดังนี้ หลังจากจบการแข่งขันอัตรการหายใจของทีมชาติอาร์เจนตินาจะเพิ่มขึ้นสูงมาก ทั้งหายใจเร็วและลึก |
| 2. หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิง วิทยาศาสตร์ที่ | ไม่เขียนแสดงหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าว | เขียนแสดงหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น | เขียนแสดงหลักฐานได้ เกี่ยวข้องและเพียงพอต่อ การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง |

| องค์ประกอบ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|--|--|---|--|
| | 0 | 1 | 2 |
| สนับสนุนข้อ กล่าวอ้าง ซึ่ง ข้อมูลต้องมีความ เกี่ยวข้อง และ เพียงพอที่จะ สนับสนุนข้อ กล่าวอ้างของ สถานการณ์นั้น | อ้าง หรือเขียน แสดงหลักฐานที่ ไม่เกี่ยวข้องกับ การสนับสนุนข้อ กล่าวอ้างของ สถานการณ์นั้น | แต่ยังไม่เพียงพอ ดังนี้ อัตรา การหายใจหลังแข่งขันโดย เฉลี่ยของทีมชาติ อาร์เจนตินาเท่ากับ 70 L/min | ของสถานการณ์นั้น ดังนี้ จากสถานการณ์ให้ข้อมูลว่า อัตราการหายใจก่อนแข่งขัน โดยเฉลี่ยของทีมชาติ อาร์เจนตินาเท่ากับ 20 L/min ส่วนอัตราการ หายใจหลังแข่งขันโดยเฉลี่ย ของทีมชาติอาร์เจนตินา เท่ากับ 70 L/min ซึ่ง เพิ่มขึ้นกว่าก่อนแข่งขัน |
| 3. การให้เหตุผล คือ การแสดง ความเชื่อมโยง ระหว่างข้อกล่าว อ้างและหลักฐาน โดยแสดงว่า เพราะเหตุใดจึงใช้ ข้อมูลนั้นเป็น หลักฐาน โดยใช้ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ อย่างเพียงพอ | ไม่มีการเขียนให้ เหตุผลหรือเขียน ให้เหตุผลที่ไม่ แสดงความ เชื่อมโยงระหว่าง หลักฐานกับข้อ กล่าวอ้าง | มีการเขียนให้เหตุผลแสดง ความเชื่อมโยงระหว่าง หลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยมีการอ้างอิงหลักการ ทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ เพียงพอ กล่าวคือ ระบุ เกี่ยวกับการรักษาคุณภาพ ของกรด-เบสของเลือดโดย ระบบหายใจได้ 1 ใน 2 ประเด็น ดังนี้ 1) เมื่อร่างกายทำ กิจกรรมต่าง ๆ เช่น การลง แข่งขันฟุตบอลโลกของทีม ชาติอาร์เจนตินา จะทำให้มี CO ₂ เกิดขึ้น และมี ไฮโดรเจนไอออนสะสมใน เลือดตลอดเวลา ส่งผลให้ | มีการเขียนให้เหตุผลถูกต้อง และสมบูรณ์ แสดงความ เชื่อมโยงระหว่างหลักฐาน และข้อกล่าวอ้าง โดยมีการ อ้างอิงหลักการทาง วิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ กล่าวคือ ระบุเกี่ยวกับการ รักษาคุณภาพของกรด-เบส ของเลือดโดยระบบหายใจ ได้ครบทั้ง 2 ประเด็น ดังนี้ 1) เมื่อร่างกายทำ กิจกรรมต่าง ๆ เช่น การลง แข่งขันฟุตบอลโลกของทีม ชาติอาร์เจนตินา จะทำให้มี CO ₂ เกิดขึ้น และมี ไฮโดรเจนไอออนสะสมใน เลือดตลอดเวลา ส่งผลให้ |

| องค์ประกอบ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|---|------------|---|--|
| | 0 | 1 | 2 |
| | | <p>ความเป็นกรด-เบสของเลือดเปลี่ยนแปลงไป</p> <p>2) ถ้ามีปริมาณ CO₂ หรือไฮโดรเจนไอออนที่สะสมในเลือดมากจะส่งผลให้เลือดมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งสัญญาณไปกระตุ้นศูนย์ควบคุมการหายใจที่สมอง ส่งผลให้มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น เพื่อขับ CO₂ ออกจากปอดเร็วขึ้น ทำให้ความเป็นกรด-เบสในเลือดเข้าสู่ภาวะสมดุล เช่น การหายใจเร็วและลึก หลังการแข่งขันฟุตบอลโลกของทีมชาติอาร์เจนตินา</p> | <p>ความเป็นกรด-เบสของเลือดเปลี่ยนแปลงไป</p> <p>2) ถ้ามีปริมาณ CO₂ หรือไฮโดรเจนไอออนที่สะสมในเลือดมากจะส่งผลให้เลือดมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งสัญญาณไปกระตุ้นศูนย์ควบคุมการหายใจที่สมอง ส่งผลให้มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น เพื่อขับ CO₂ ออกจากปอดเร็วขึ้น ทำให้ความเป็นกรด-เบสในเลือดเข้าสู่ภาวะสมดุล เช่น การหายใจเร็วและลึกหลังการแข่งขันฟุตบอลโลกของทีมชาติอาร์เจนตินา</p> |



แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3
2. ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบอัตนัย มี 2 ข้อ ซึ่งแต่ละข้อครอบคลุม 3 องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล
3. ให้อเวลาในการทำแบบทดสอบ 40 นาที โดยให้ใช้ปากกาสีน้ำเงินเขียนตอบลงในพื้นที่ว่างที่กำหนดให้

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....ม.5/.....เลขที่.....

แบบทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3 ข้อที่ 1



ที่มา : <https://shorturl.asia/XNZDc>; <https://shorturl.asia/UqeOj>; <https://shorturl.asia/9hOv5>

พูน ปณ ทิโต ชีเว

นางสาว A เธออาศัยอยู่ในบ้านหลังหนึ่งกับพ่อ ซึ่งพ่อของเธอมักสูบบุหรี่เป็นประจำ และสถานที่ตั้งบ้านของเธออยู่ติดกับถนนที่มีรถสัญจรหนาแน่น และใกล้กับโรงไฟฟ้าชีวมวลที่ ลักลอบปล่อยควันจากการเผาชีวมวลที่มีสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น ฝุ่นละอองขนาดเล็ก ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เป็นต้น อยู่มาวันหนึ่งเธอมีอาการหายใจถี่ เหนื่อยหอบ และเกิดอาการหัวใจวายขึ้น แต่โชคดีที่พ่อของเธอนำตัวเธอส่งโรงพยาบาลได้ทันเวลา ซึ่งหมอได้ทำการ ตรวจวินิจฉัย พบว่า ปอดของนางสาว A มีผนังของถุงลมถูกทำลายจนทะลุถึงกันเกิดเป็นถุง ขนาดใหญ่ หมอจึงแนะนำให้หลีกเลี่ยงการอยู่ในบริเวณที่มีอากาศเป็นพิษ เช่น บริเวณที่มีคนสูบบุหรี่ บริเวณใกล้โรงงานที่ปล่อยควันพิษ บริเวณใกล้ถนนที่มีรถสัญจรหนาแน่น รวมทั้งบริเวณที่มีฝุ่นละอองขนาดเล็ก เช่น PM 2.5 ที่ไม่เกินค่ามาตรฐาน และสวมหน้ากากป้องกันตัวเองจาก ควันและสารพิษที่เป็นอันตราย หลีกเลี่ยงสิ่งที่ทำให้ปอดเกิดการระคายเคือง เช่น ฝุ่น ควันพิษ รับประทานอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ออกกำลังกายเป็นประจำควรตรวจสุขภาพปอดอย่างสม่ำเสมอ

ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ข้างต้นแล้วตอบคำถามดังต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด

1. จากสถานการณ์ดังกล่าว นางสาว A เป็นโรคอะไร และโรคดังกล่าวเกิดได้อย่างไร (ระบุชื่อกล่าว อ่าง)

.....

.....

.....

2. อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้น (ระบุหลักฐาน)

.....

.....

.....

.....

| องค์ประกอบ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|---|--|--|--|
| | 0 | 1 | 2 |
| สนับสนุนข้อ กล่าวอ้าง ซึ่ง ข้อมูลต้องมีความ เกี่ยวข้อง และ เพียงพอที่จะ สนับสนุนข้อ กล่าวอ้างของ สถานการณ์นั้น | กล่าวอ้าง หรือเขียน แสดงหลักฐาน ที่ไม่เกี่ยวข้อง กับการ สนับสนุนข้อ กล่าวอ้างของ สถานการณ์ นั้น | แต่ยังไม่เพียงพอ ดังนี้ จาก สถานการณ์ให้ข้อมูลว่า ปอด ของนางสาว A มีผนังของถุง ลมถูกทำลายจนทะลุถึงกัน เกิดเป็นถุงขนาดใหญ่ หมอจึง แนะนำให้หลีกเลี่ยงการอยู่ใน บริเวณที่มีอากาศเป็นพิษ เช่น บริเวณที่มีคนสูบบุหรี่ บริเวณ ใกล้โรงงานที่ปล่อยควันพิษ | สถานการณ์นั้น ดังนี้ จาก สถานการณ์ให้ข้อมูลว่า ปอด ของนางสาว A มีผนังของถุง ลมถูกทำลายจนทะลุถึงกัน เกิดเป็นถุงขนาดใหญ่ หมอจึง แนะนำให้หลีกเลี่ยงการอยู่ใน บริเวณที่มีอากาศเป็นพิษ เช่น บริเวณที่มีคนสูบบุหรี่ บริเวณ ใกล้โรงงานที่ปล่อยควันพิษ บริเวณใกล้ถนนที่มีรถสัญจร หนาแน่น รวมทั้งบริเวณที่มี ฝุ่นละอองขนาดเล็ก เช่น PM 2.5 ที่ไม่เกินค่ามาตรฐาน และสวมหน้ากากป้องกัน ตัวเองจากควันและสารพิษที่ เป็นอันตราย หลีกเลี่ยงสิ่ง ที่ทำให้ปอดเกิดการระคายเคือง เช่น ฝุ่น ควันพิษ |
| 3. การให้เหตุผล คือ การแสดง ความเชื่อมโยง ระหว่างข้อกล่าว อ้างและหลักฐาน โดยแสดงว่า เพราะเหตุใดจึงใช้ ข้อมูลนั้นเป็น หลักฐาน โดยใช้ หลักการทาง | ไม่มีการเขียน ให้เหตุผลหรือ เขียนให้ เหตุผลที่ไม่ แสดงความ เชื่อมโยง ระหว่าง หลักฐานกับ ข้อกล่าวอ้าง | มีการเขียนให้เหตุผลแสดง ความเชื่อมโยงระหว่าง หลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยมีการอ้างอิงหลักการทาง วิทยาศาสตร์ แต่ไม่เพียงพอ ดังนี้ โรคถุงลมโป่งพอง เป็น โรคที่ผนังของถุงลมถูกทำลาย จนทะลุถึงกันเกิดเป็นถุงขนาด ใหญ่ เกิดจากการสูดอากาศที่ เป็นพิษเป็นเวลานาน เช่น | มีการเขียนให้เหตุผลถูกต้อง และสมบูรณ์ แสดงความ เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและ ข้อกล่าวอ้างโดยมีการอ้างอิง หลักการทางวิทยาศาสตร์ อย่างเพียงพอ ดังนี้ โรคถุงลม โป่งพอง เป็นโรคที่ผนังของถุง ลมถูกทำลายจนทะลุถึงกัน เกิดเป็นถุงขนาดใหญ่ เกิดจาก การสูดอากาศที่เป็นพิษเป็น |

| องค์ประกอบ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|---|------------|--|--|
| | 0 | 1 | 2 |
| วิทยาศาสตร์ อย่างเพียงพอ | | <p>คว้นบุหรี่ คว้นจากโรงงาน คว้นจากท่อไอเสียรถ รวมทั้ง ฝุ่นละออง ที่เซลล์เม็ดเลือด ขาวไม่สามารถทำลายสิ่ง แปลกปลอมได้จึงสะสม อยู่ในเซลล์ และสร้างเอนไซม์ ที่สามารถทำลายถุงลมและ หลอดเลือดฝอยส่วนปลายใน ปอดได้ ทำให้เกิดเป็นถุงขนาด ใหญ่</p> | <p>เวลานาน เช่น คว้นบุหรี่ คว้น จากโรงงาน คว้นจากท่อไอเสียรถ รวมทั้ง ฝุ่นละออง ที่เซลล์เม็ดเลือด ขาวไม่สามารถทำลายสิ่ง แปลกปลอมได้จึงสะสม อยู่ในเซลล์ และสร้างเอนไซม์ ที่สามารถทำลายถุงลมและ หลอดเลือดฝอยส่วนปลายใน ปอดได้ ทำให้เกิดเป็นถุงขนาด ใหญ่ ส่งผลให้มีพื้นที่ผิว ในการแลกเปลี่ยนแก๊สลดลง ผู้ป่วยจึงมีอาการหายใจขึ้น เหนื่อยหอบ และหัวใจทำงาน หนักจนมีอาการ หัวใจวาย</p> |



แบบทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3 ข้อที่ 2



ที่มา : <https://shorturl.asia/qZVnP>

จากโศกนาฏกรรมเหยียบกันตายจนขาดอากาศหายใจในย่านอีแควอน ประเทศเกาหลีใต้ ให้บทเรียนเรื่องการกู้ชีพด้วยวิธี CPR ในยามเกิดเหตุฉุกเฉินในประเทศของเรา ซึ่งภาวะขาดอากาศหายใจที่มีสาเหตุมาจากการเบียดเสียดกันของผู้คนจำนวนมากในพื้นที่จำกัด จนหน้าอกถูกกดทับ ทำให้ระบบหายใจผิดปกติ ทางการแพทย์เรียกว่า Compression Asphyxia มนุษย์เราเมื่อสูดอากาศเข้าร่างกาย ทรวงอกจะขยายขึ้น แต่ถ้าอยู่ท่ามกลางคลื่นฝูงชนที่แออัด ถึงขนาดที่กระดูกซี่โครงบริเวณอกยกตัวสูงขึ้นไม่ได้เมื่อหายใจ สามารถเสียชีวิตล้มทับกันเป็นกองได้ ดังนั้นเราควรศึกษาบทเรียนจากอุบัติเหตุภัยอีแควอน เพื่อไม่ให้เกิดโศกนาฏกรรมแบบนี้ขึ้นอีก (โรงพยาบาลเพชรเวช, 2565)

ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ข้างต้นแล้วตอบคำถามดังต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด

1. จากสถานการณ์ดังกล่าว การอยู่ในท่ามกลางคลื่นฝูงชนที่แออัดส่งผลต่อการหายใจของมนุษย์อย่างไร (ระบุข้อกล่าวอ้าง)

.....

.....

.....

2. อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้น (ระบุหลักฐาน)

.....

.....

.....

.....

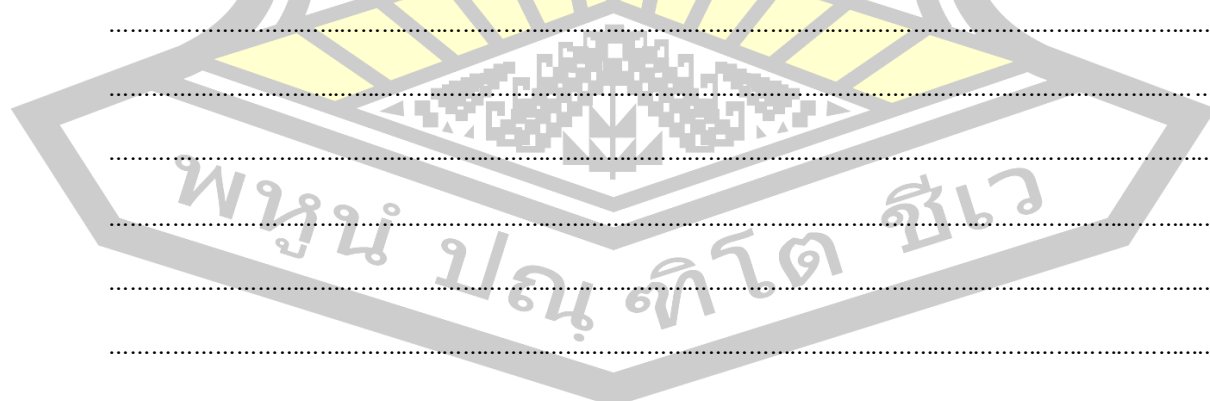
3. นักเรียนมีเหตุผลอย่างไร ว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (การให้เหตุผล)

.....

.....

.....

.....



เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทำยวงจรปฏิบัติการที่ 3 ข้อที่ 2

| องค์ประกอบ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|---|--|--|---|
| | 0 | 1 | 2 |
| 1. ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อความที่เป็นคำตอบเบื้องต้นของคำถามที่เกี่ยวกับสถานการณ์นั้น | ไม่เขียนข้อกล่าวอ้างหรือเขียนข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นไม่ถูกต้อง | เขียนข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นถูกต้อง คือ การอยู่ในท่ามกลางคลื่นฝูงชนที่แออัดส่งผลให้มนุษย์ไม่สามารถหายใจเข้าได้ และส่งผลให้ไม่สามารถหายใจออกได้ตามมา แต่ข้อกล่าวอ้างไม่สมบูรณ์ กล่าวคือ เขียนข้อกล่าวอ้างอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปเพิ่ม | เขียนข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นถูกต้อง และสมบูรณ์ ดังนี้ การอยู่ในท่ามกลางคลื่นฝูงชนที่แออัดส่งผลให้มนุษย์ไม่สามารถหายใจเข้าได้ และส่งผลให้ไม่สามารถหายใจออกได้ตามมา |
| 2. หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งข้อมูลต้องมีความเกี่ยวข้อง และเพียงพอที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของสถานการณ์นั้น | ไม่เขียนแสดงหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือเขียนแสดงหลักฐานที่ไม่เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของสถานการณ์นั้น | เขียนแสดงหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น แต่ยังไม่เพียงพอ ดังนี้ จากสถานการณ์ให้ข้อมูลว่า การอยู่ท่ามกลางคลื่นฝูงชนที่แออัด ถึงขนาดที่กระตักซีโครงบริเวณอกยกตัวสูงขึ้นไม่ได้เมื่อหายใจทำให้เสียชีวิตได้ | เขียนแสดงหลักฐานได้เกี่ยวข้องและเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของสถานการณ์นั้น ดังนี้ จากสถานการณ์ให้ข้อมูลว่า มนุษย์เราเมื่อสูดอากาศเข้าร่างกาย ทรวงอกจะขยายขึ้น แต่ถ้าอยู่ท่ามกลางคลื่นฝูงชนที่แออัด ถึงขนาดที่กระตักซีโครงบริเวณอกยกตัวสูงขึ้นไม่ได้เมื่อหายใจ สามารถเสียชีวิตล้มทับกันเป็นกองได้ |
| 3. การให้เหตุผล คือ การแสดงความเชื่อมโยง | ไม่มีการเขียนให้เหตุผลหรือเขียนให้ | มีการเขียนให้เหตุผลแสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง | มีการเขียนให้เหตุผลถูกต้องและสมบูรณ์ แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและ |

| องค์ประกอบ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|--|---|---|--|
| | 0 | 1 | 2 |
| ระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน โดยแสดงว่า เพราะเหตุใดจึงใช้ ข้อมูลนั้นเป็น หลักฐาน โดยใช้ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ อย่างเพียงพอ | เหตุผลที่ไม่ แสดงความ เชื่อมโยง ระหว่าง หลักฐานกับ ข้อกล่าวอ้าง | <p>โดยมีการอ้างอิงหลักการทาง วิทยาศาสตร์ แต่ไม่เพียงพอ กล่าวคือ ระบุการ เปลี่ยนแปลงปริมาตรในช่อง ออกและความดันอากาศใน ปอดขณะหายใจเข้าและ หายใจออกได้ <u>1 ใน 2 ประเด็น</u> ดังนี้</p> <p>1) ในขณะที่มีการหายใจ ปกติ กล้ามเนื้อกะบังลมหดตัว กะบังลมจะเคลื่อนต่ำลง ขณะที่กล้ามเนื้อระหว่าง กระดูกซี่โครงแถบนอกหดตัว ทำให้กระดูกซี่โครงยกสูงขึ้น ปริมาตรในช่องอกเพิ่มขึ้น ความดันอากาศภายในปอด ลดลง อากาศภายนอกจะ เคลื่อนเข้าสู่ปอด ทำให้เกิด การหายใจเข้า</p> <p>2) การหายใจออกจะเกิด ต่อเนื่องจากการหายใจเข้า โดยกล้ามเนื้อกะบังลมคลาย ตัว กะบังลมจะโค้งขึ้น ใน ขณะเดียวกันกล้ามเนื้อ ระหว่างกระดูกซี่โครงแถบ นอกคลายตัวทำให้กระดูก ซี่โครงลดต่ำลง ปริมาตรใน ช่องอกลดลง ความดันอากาศ</p> | <p>ข้อกล่าวอ้าง โดยมีการอ้างอิง หลักการทางวิทยาศาสตร์ อย่างเพียงพอ กล่าวคือ ระบุ การเปลี่ยนแปลงปริมาตรใน ช่องอกและความดันอากาศใน ปอดขณะหายใจเข้าและ หายใจออกได้ครบทั้ง <u>2 ประเด็น</u> ดังนี้</p> <p>1) ในขณะที่มีการหายใจ ปกติ กล้ามเนื้อกะบังลมหดตัว กะบังลมจะเคลื่อนต่ำลง ขณะที่กล้ามเนื้อระหว่าง กระดูกซี่โครงแถบนอกหดตัว ทำให้กระดูกซี่โครงยกสูงขึ้น ปริมาตรในช่องอกเพิ่มขึ้น ความดันอากาศภายในปอด ลดลง อากาศภายนอกจะ เคลื่อนเข้าสู่ปอด ทำให้เกิด การหายใจเข้า</p> <p>2) การหายใจออกจะเกิด ต่อเนื่องจากการหายใจเข้า โดยกล้ามเนื้อกะบังลมคลาย ตัว กะบังลมจะโค้งขึ้น ใน ขณะเดียวกันกล้ามเนื้อ ระหว่างกระดูกซี่โครงแถบ นอกคลายตัวทำให้กระดูก ซี่โครงลดต่ำลง ปริมาตรใน ช่องอกลดลง ความดันอากาศ</p> |

| องค์ประกอบ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | ระดับคะแนน | | |
|---|------------|--|--|
| | 0 | 1 | 2 |
| | | <p>ในปอดเพิ่มขึ้นและมากกว่า ความดันอากาศภายนอก อากาศจะเคลื่อนออกจาก ปอดสู่ภายนอก ทำให้เกิดการ หายใจออก ดังนั้นถ้าอยู่ ท่ามกลางคลื่นฝูงชนที่แออัด ถึงขนาดที่กระดูกซี่โครง บริเวณอกยกตัวสูงขึ้นไม่ได้ เมื่อหายใจ จึงส่งผลให้มนุษย์ ไม่สามารถหายใจเข้าได้ และ ส่งผลให้ไม่สามารถหายใจ ออกได้ตามมาทำให้เสียชีวิต ล้มทับกันเป็นกองในที่สุด</p> | <p>ในปอดเพิ่มขึ้นและมากกว่า ความดันอากาศภายนอก อากาศจะเคลื่อนออกจาก ปอดสู่ภายนอก ทำให้เกิดการ หายใจออก ดังนั้นถ้าอยู่ ท่ามกลางคลื่นฝูงชนที่แออัด ถึงขนาดที่กระดูกซี่โครง บริเวณอกยกตัวสูงขึ้นไม่ได้ เมื่อหายใจ จึงส่งผลให้มนุษย์ ไม่สามารถหายใจเข้าได้ และ ส่งผลให้ไม่สามารถหายใจ ออกได้ตามมาทำให้เสียชีวิต ล้มทับกันเป็นกองในที่สุด</p> |



แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับวิธีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล..... ชั้น.....ม.5/..... เลขที่.....

วงจรถูกปฏิบัติที่.....วัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง ใช้สัมภาษณ์วิธีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลำดับต่อไป โดยจะสัมภาษณ์เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรถูกปฏิบัติ

| หัวข้อในการสัมภาษณ์ | ข้อความคำถามในการสัมภาษณ์ |
|---------------------|---|
| การระบุข้อกล่าวอ้าง | เมื่อนักเรียนต้องระบุ <u>ข้อกล่าวอ้าง</u> เพื่อแสดงจุดยืนของตนเอง นักเรียนมีวิธีการวิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อระบุเป็นข้อกล่าวอ้างได้อย่างไร |
| การระบุหลักฐาน | เมื่อนักเรียนต้องระบุ <u>หลักฐาน</u> เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง นักเรียนมีวิธีการสืบค้นข้อมูล หรือสำรวจตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถืออย่างไร |
| การให้เหตุผล | เมื่อนักเรียนต้อง <u>ให้เหตุผล</u> นักเรียนมีวิธีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้อย่างไร |

พูน ปณ ทิโต ชีเว

แบบบันทึกอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน

ชื่อ-สกุล..... ชั้น.....ม.5/..... เลขที่.....

วงจรรูปปฏิบัติการที่..... วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.....

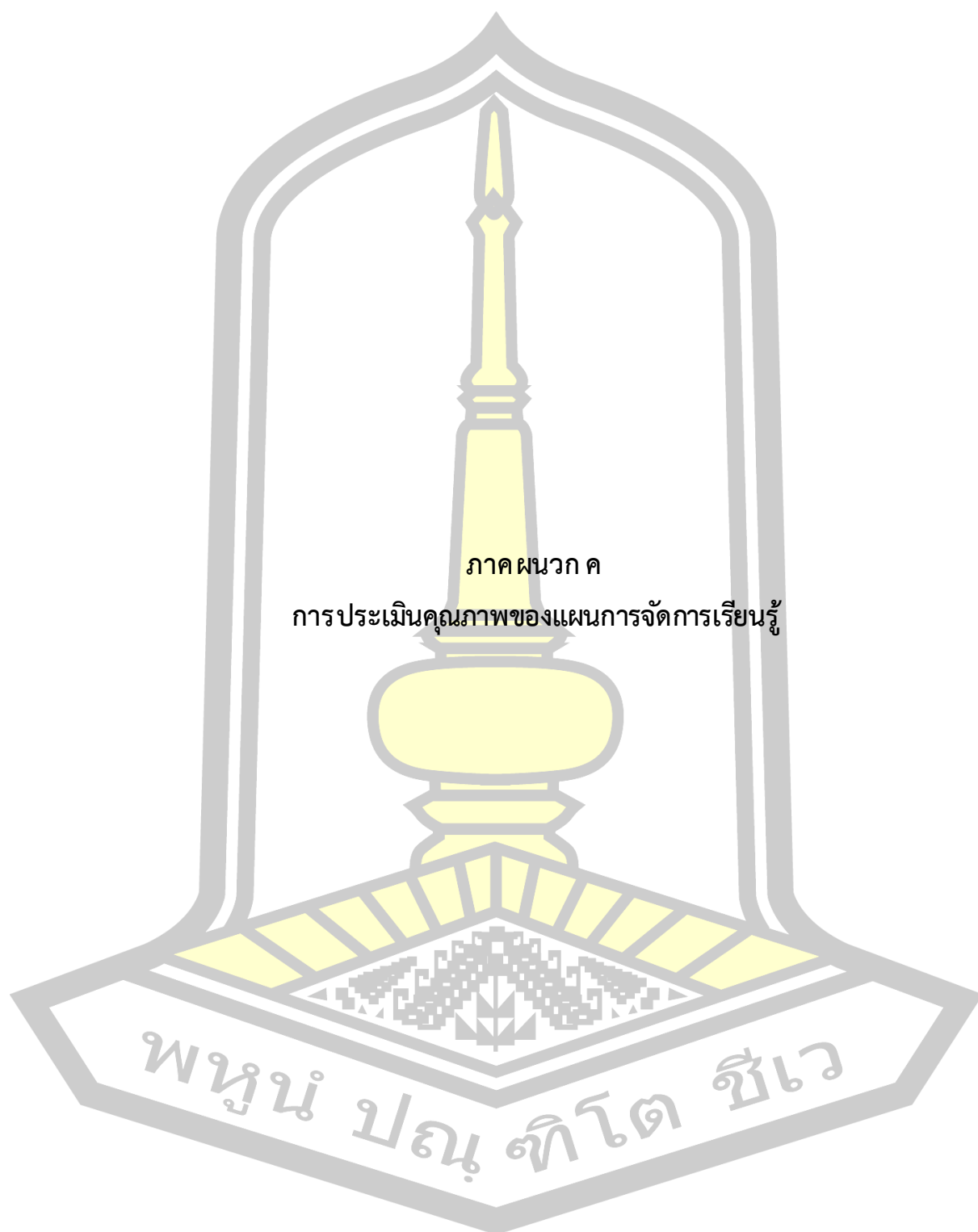
คำชี้แจง ใช้แบบบันทึกอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยให้นักเรียนสะท้อนความคิดหลังการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนในแต่ละวงจรรูปปฏิบัติการ ว่าตัวนักเรียนเองมีวิธีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มาได้อย่างไร

เมื่อนักเรียนต้องระบุข้อกล่าวอ้างเพื่อแสดงจุดยืนของตนเอง นักเรียนมีวิธีการวิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อระบุเป็นข้อกล่าวอ้างได้อย่างไร

เมื่อนักเรียนต้องระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง นักเรียนมีวิธีการสืบค้นข้อมูล หรือสำรวจตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถืออย่างไร

เมื่อนักเรียนต้องให้เหตุผล นักเรียนมีวิธีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายให้ เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้อย่างไร

พจนานุกรม ศัพท์ โศก วิชา



แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

วิชา ชีววิทยา 3 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบหายใจ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2/2565

คำชี้แจง แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้นี้ ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมิน โปรดทำเครื่องหมาย /
ในช่องที่ตรงกับความเห็นของท่านมากที่สุด ซึ่งมี 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

| รายการประเมิน | ระดับความเหมาะสม | | | | |
|--|------------------|------------|--------------------|-------------|-----------------------|
| | มากที่สุด (5) | มาก (4) | ปาน กลาง (3) | น้อย (2) | น้อย ที่สุด (1) |
| 1. สารสำคัญ | | | | | |
| 1.1 สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ | | | | | |
| 1.2 สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา | | | | | |
| 1.3 สารสำคัญไม่เกิน 3 บรรทัด และกระชับเข้าใจง่าย | | | | | |
| 2. จุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | |
| 2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหา สาระ | | | | | |
| 2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการ พัฒนาชัดเจน | | | | | |
| 2.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุคุณลักษณะที่ต้องการวัด ชัดเจน | | | | | |
| 3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ | | | | | |
| 3.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และ | | | | | |

| รายการประเมิน | ระดับความเหมาะสม | | | | |
|---|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| | มากที่สุด (5) | มาก (4) | ปานกลาง (3) | น้อย (2) | น้อยที่สุด (1) |
| เนื้อหาสาระ | | | | | |
| 3.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน | | | | | |
| 3.3 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นที่ 1 ชั้นเผชิญกับประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ | | | | | |
| 3.4 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นที่ 2 ชั้นเรียนรู้จากประเด็นปัญหา | | | | | |
| 3.5 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นที่ 3 ชั้นสังเคราะห์แนวคิดและแนวทางปฏิบัติ | | | | | |
| 4. สื่อการสอน/แหล่งเรียนรู้ | | | | | |
| 4.1 สื่อการสอน/แหล่งเรียนรู้ เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ | | | | | |
| 4.2 สื่อการสอน/แหล่งเรียนรู้ เหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียน | | | | | |
| 5. การวัดและประเมินผล | | | | | |
| 5.1 การวัดและประเมิน วัดตรงกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | |
| 5.2 การวัดและประเมินผล ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม | | | | | |
| 5.3 การวัดและประเมินผล แบบวัดสามารถวัดได้จริง | | | | | |

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ตารางที่ 33 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวมคะแนน | ความเหมาะสม |
|------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|-------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 1.1 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 23 | 4.6 |
| 1.2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 1.3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 2.1 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 2.2 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 20 | 4 |
| 2.3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 3.1 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 3.2 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 3.3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 3.4 | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 21 | 4.2 |
| 3.5 | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 21 | 4.2 |
| 4.1 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 4.2 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 5.1 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 5.2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 5.3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| เฉลี่ย | 3.75 | 4.56 | 5.00 | 4.25 | 4.06 | 21.63 | 4.33 |
| S.D. | 0.45 | 0.51 | 0.00 | 0.45 | 0.25 | 0.81 | 0.16 |
| ระดับความเหมาะสม | เหมาะสมมาก (ค่าเฉลี่ย 4.33) | | | | | | |

ตารางที่ 34 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้
ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการ
จัดการเรียนรู้ที่ 2

| รายการ ประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวมคะแนน | ความ เหมาะสม |
|----------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|-----------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 1.1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 1.2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 1.3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 2.1 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 2.2 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 20 | 4 |
| 2.3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 3.1 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 3.2 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 3.3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 3.4 | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 21 | 4.2 |
| 3.5 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 20 | 4 |
| 4.1 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 23 | 4.6 |
| 4.2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 5.1 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 5.2 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 5.3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| เฉลี่ย | 3.81 | 4.56 | 5.00 | 4.50 | 4.06 | 21.94 | 4.39 |
| S.D. | 0.40 | 0.51 | 0.00 | 0.52 | 0.25 | 1.00 | 0.20 |
| ระดับความ เหมาะสม | เหมาะสมมาก (ค่าเฉลี่ย 4.39) | | | | | | |

ตารางที่ 35 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวมคะแนน | ความเหมาะสม |
|------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|-------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 1.1 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 1.2 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 1.3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 2.1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 2.2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 21 | 4.2 |
| 2.3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 3.1 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 3.2 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 3.3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 3.4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 3.5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 4.1 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 4.2 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 5.1 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 5.2 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 5.3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| เฉลี่ย | 3.81 | 4.56 | 5.00 | 4.50 | 4.00 | 21.88 | 4.38 |
| S.D. | 0.40 | 0.51 | 0.00 | 0.52 | 0.00 | 0.72 | 0.14 |
| ระดับความเหมาะสม | เหมาะสมมาก (ค่าเฉลี่ย 4.38) | | | | | | |

ตารางที่ 36 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้
ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการ
จัดการเรียนรู้ที่ 4

| รายการ ประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวมคะแนน | ความ เหมาะสม |
|----------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|-----------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 1.1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 1.2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 1.3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 2.1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 2.2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 21 | 4.2 |
| 2.3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 3.1 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 3.2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 3.3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 3.4 | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 21 | 4.2 |
| 3.5 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 20 | 4 |
| 4.1 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 4.2 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 5.1 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 5.2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 5.3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| เฉลี่ย | 3.75 | 4.56 | 5.00 | 4.38 | 4.00 | 21.69 | 4.34 |
| S.D. | 0.45 | 0.51 | 0.00 | 0.50 | 0.00 | 0.95 | 0.19 |
| ระดับความ เหมาะสม | เหมาะสมมาก (ค่าเฉลี่ย 4.34) | | | | | | |

ตารางที่ 37 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวมคะแนน | ความเหมาะสม |
|------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|-------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 1.1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 24 | 4.8 |
| 1.2 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 1.3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 2.1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 2.2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 21 | 4.2 |
| 2.3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 3.1 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 3.2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 3.3 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 20 | 4 |
| 3.4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 3.5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 4.1 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 4.2 | 3 | 5 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 5.1 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 5.2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 5.3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| เฉลี่ย | 3.81 | 4.56 | 5.00 | 4.44 | 4.06 | 21.88 | 4.38 |
| S.D. | 0.40 | 0.51 | 0.00 | 0.51 | 0.25 | 0.96 | 0.19 |
| ระดับความเหมาะสม | เหมาะสมมาก (ค่าเฉลี่ย 4.38) | | | | | | |

ตารางที่ 38 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวมคะแนน | ความเหมาะสม |
|------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|-------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 1.1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 1.2 | 3 | 5 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 1.3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 2.1 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 2.2 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 2.3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 3.1 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 3.2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 3.3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 21 | 4.2 |
| 3.4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 3.5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 4.1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 4.2 | 3 | 5 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 5.1 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 5.2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 5.3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| เฉลี่ย | 3.75 | 4.56 | 5.00 | 4.38 | 4.00 | 21.69 | 4.34 |
| S.D. | 0.45 | 0.51 | 0.00 | 0.50 | 0.00 | 0.70 | 0.14 |
| ระดับความเหมาะสม | เหมาะสมมาก (ค่าเฉลี่ย 4.34) | | | | | | |

ตารางที่ 39 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

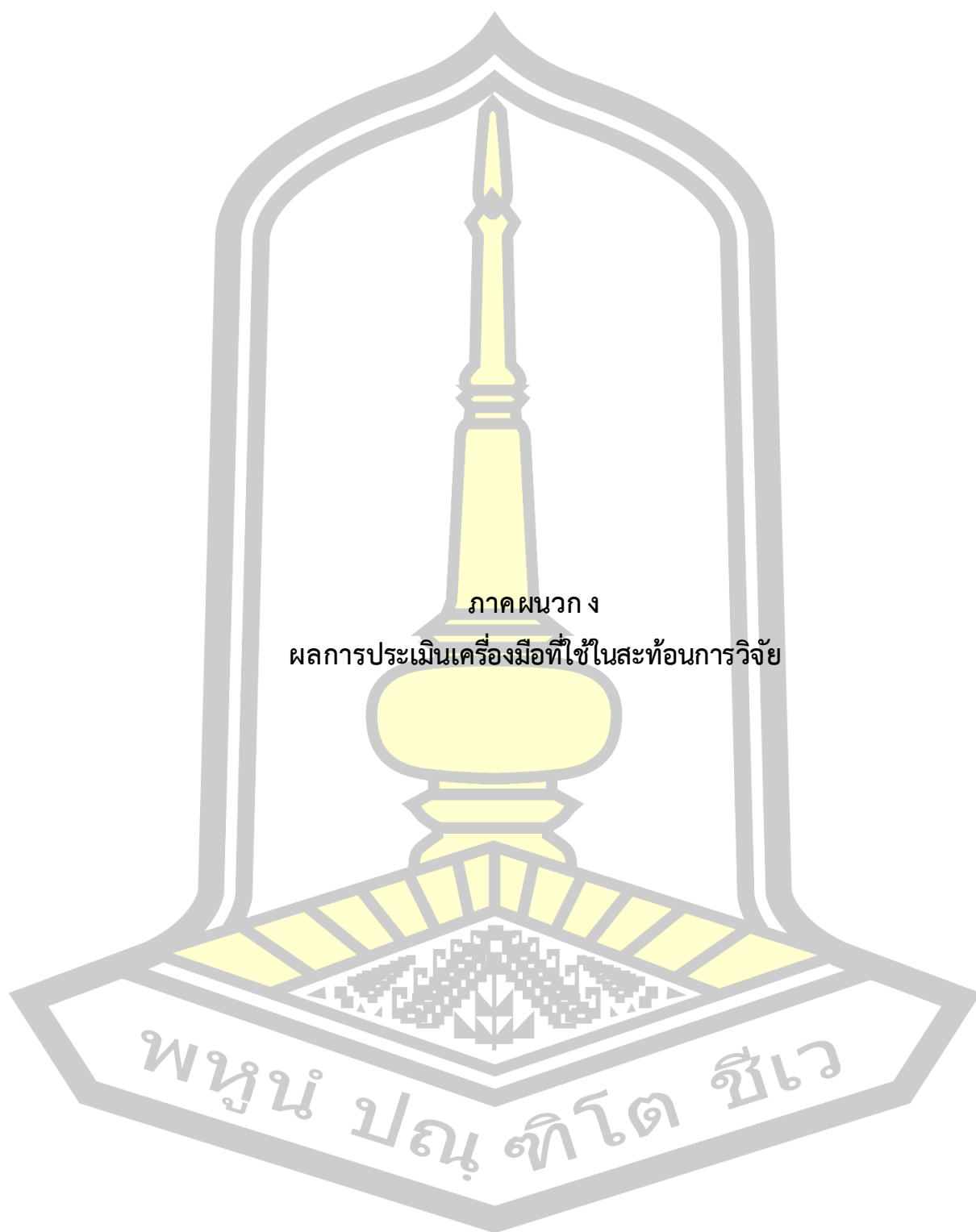
| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวมคะแนน | ความเหมาะสม |
|------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|-------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 1.1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 1.2 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 1.3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 2.1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 2.2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 21 | 4.2 |
| 2.3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 3.1 | 4 | 4 | 5 | 4 | 3 | 20 | 4 |
| 3.2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 3.3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 3 | 21 | 4.2 |
| 3.4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 3.5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 4.1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 4.2 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 5.1 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 5.2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 5.3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| เฉลี่ย | 3.75 | 4.56 | 5.00 | 4.63 | 3.88 | 21.81 | 4.36 |
| S.D. | 0.45 | 0.51 | 0.00 | 0.50 | 0.34 | 0.91 | 0.18 |
| ระดับความเหมาะสม | เหมาะสมมาก (ค่าเฉลี่ย 4.36) | | | | | | |

ตารางที่ 40 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวมคะแนน | ความเหมาะสม |
|------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|-------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 1.1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 1.2 | 3 | 5 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 1.3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 2.1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 2.2 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 20 | 4 |
| 2.3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 3.1 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 23 | 4.6 |
| 3.2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 3.3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 22 | 4.4 |
| 3.4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 3.5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 4.1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 4.2 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 5.1 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 5.2 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 5.3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| เฉลี่ย | 3.75 | 4.56 | 5.00 | 4.69 | 4.13 | 22.13 | 4.43 |
| S.D. | 0.45 | 0.51 | 0.00 | 0.48 | 0.34 | 0.81 | 0.16 |
| ระดับความเหมาะสม | เหมาะสมมาก (ค่าเฉลี่ย 4.43) | | | | | | |

ตารางที่ 41 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้
ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการ
จัดการเรียนรู้ที่ 9

| รายการ ประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวมคะแนน | ความ เหมาะสม |
|----------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|-----------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 1.1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 1.2 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 1.3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 2.1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 2.2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 21 | 4.2 |
| 2.3 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 3.1 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 3.2 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 3.3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 3.4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 3.5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 4.1 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 22 | 4.4 |
| 4.2 | 3 | 5 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| 5.1 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 21 | 4.2 |
| 5.2 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 23 | 4.6 |
| 5.3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 22 | 4.4 |
| เฉลี่ย | 3.75 | 4.56 | 5.00 | 4.56 | 4.00 | 21.88 | 4.38 |
| S.D. | 0.45 | 0.51 | 0.00 | 0.51 | 0.00 | 0.89 | 0.18 |
| ระดับความ เหมาะสม | เหมาะสมมาก (ค่าเฉลี่ย 4.38) | | | | | | |



แบบประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

วิชา ชีววิทยา 3 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบหายใจ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2/2565

คำชี้แจง แบบประเมินฉบับนี้ ใช้สำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในทำนองจรรยาบรรณปฏิบัติการที่ 1 ท่านโปรดทำเครื่องหมาย / ในช่องที่ตรงกับความเห็นของท่านมากที่สุด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

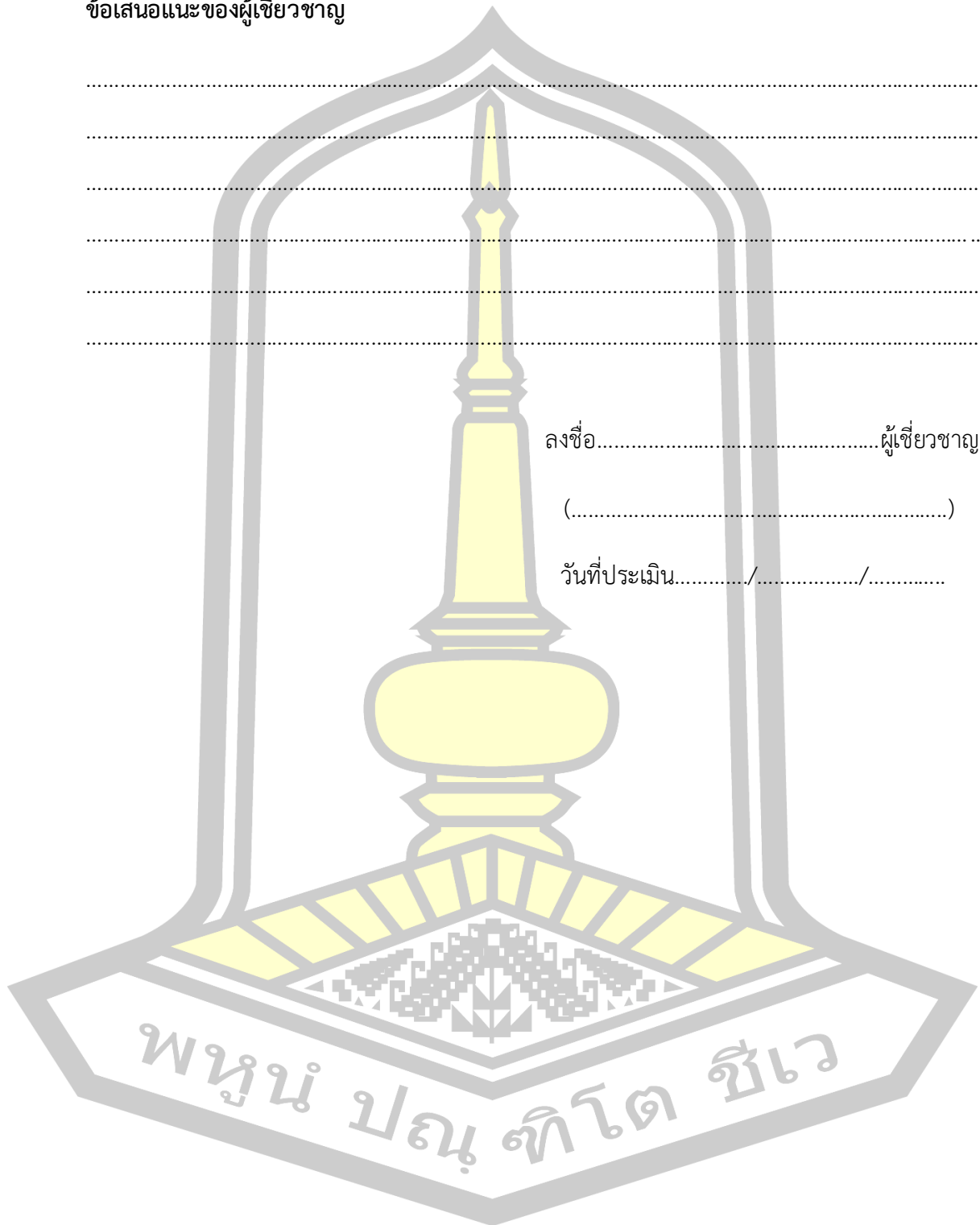
ให้คะแนน +1 คือ แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

ให้คะแนน 0 คือ ไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

ให้คะแนน -1 คือ แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์

| ข้อ | จุดประสงค์ที่ต้องการวัด | ข้อคำถาม | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | |
|-----|-----------------------------------|--|----------------------------|---|----|
| | | | +1 | 0 | -1 |
| 1 | นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ | จากภาพและสถานการณ์ที่กำหนดให้ ถ้าการไหลของน้ำและการไหลของเลือดในเหงือกปลา มีทิศทางเดียวกัน การแลกเปลี่ยนแก๊ส O_2 จะแตกต่างจากการไหลที่มีทิศทางสวนทางกันอย่างไร | | | |
| | นักเรียนสามารถระบุหลักฐานได้ | อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้น | | | |
| | นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้ | นักเรียนมีเหตุผลอย่างไร ว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง | | | |
| 2 | นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ | จากภาพและสถานการณ์ที่กำหนดให้ ฝุ่นละออง PM 2.5 จะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนแก๊สของนกอย่างไร | | | |
| | นักเรียนสามารถระบุหลักฐานได้ | อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้น | | | |
| | นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้ | นักเรียนมีเหตุผลอย่างไร ว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง | | | |

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ



แบบประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

วิชา ชีววิทยา 3 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบหายใจ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2/2565

คำชี้แจง แบบประเมินฉบับนี้ ใช้สำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในทำนองจรรยาบรรณปฏิบัติการที่ 2 ท่านโปรดทำเครื่องหมาย / ในช่องที่ตรงกับความเห็นของท่านมากที่สุด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 คือ แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

ให้คะแนน 0 คือ ไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

ให้คะแนน -1 คือ แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์

| ข้อ | จุดประสงค์ที่ ต้องการวัด | ข้อคำถาม | ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ | | |
|-----|-----------------------------------|--|--------------------------------|---|----|
| | | | +1 | 0 | -1 |
| 1 | นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ | จากภาพและสถานการณ์ที่กำหนดให้ การที่นาย A หายใจนำเอา CO ₂ เข้าไปในปริมาณมากจะส่งผลให้เนื้อเยื่อในร่างกายของนาย A ได้รับแก๊ส O ₂ จากฮีโมโกลบินเพิ่มขึ้นหรือลดลง | | | |
| | นักเรียนสามารถระบุหลักฐานได้ | อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้น | | | |
| | นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้ | นักเรียนมีเหตุผลอย่างไร ว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง | | | |
| 2 | นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ | จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หลังจากจบการแข่งขันอัตรการหายใจของทีมชาติอาร์เจนตินาเป็นอย่างไร | | | |
| | นักเรียนสามารถระบุหลักฐานได้ | อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้น | | | |

| ข้อ | จุดประสงค์ที่ ต้องการวัด | ข้อความคำถาม | ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ | | |
|-----|--------------------------------|---|--------------------------------|---|----|
| | | | +1 | 0 | -1 |
| | นักเรียนสามารถให้ เหตุผลได้ | นักเรียนมีเหตุผลอย่างไร ว่าหลักฐานของนักเรียน สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง | | | |

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่ประเมิน...../...../.....



แบบประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

วิชา ชีววิทยา 3 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบหายใจ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2/2565

คำชี้แจง แบบประเมินฉบับนี้ ใช้สำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในทำนองจรรยาบรรณปฏิบัติการที่ 3 ท่านโปรดทำเครื่องหมาย / ในช่องที่ตรงกับความเห็นของท่านมากที่สุด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 คือ แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

ให้คะแนน 0 คือ ไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

ให้คะแนน -1 คือ แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์

| ข้อ | จุดประสงค์ที่ ต้องการวัด | ข้อคำถาม | ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ | | |
|-----|-----------------------------------|---|--------------------------------|---|----|
| | | | +1 | 0 | -1 |
| 1 | นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ | จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นางสาว A เป็นโรคอะไร และโรคดังกล่าวเกิดได้อย่างไร | | | |
| | นักเรียนสามารถระบุหลักฐานได้ | อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้น | | | |
| | นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้ | นักเรียนมีเหตุผลอย่างไร ว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง | | | |
| 2 | นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ | จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ การอยู่ในท่ามกลางคลื่นฝูงชนที่แออัดส่งผลต่อการหายใจของมนุษย์อย่างไร | | | |
| | นักเรียนสามารถระบุหลักฐานได้ | อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้น | | | |
| | นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้ | นักเรียนมีเหตุผลอย่างไร ว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง | | | |

ตารางที่ 42 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในทำยวงจรปฏิบัติการที่ 1

| ข้อที่ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวมคะแนน | ค่า IOC | แปลผล |
|--------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|--------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 2 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |

ตารางที่ 43 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในทำยวงจรปฏิบัติการที่ 2

| ข้อที่ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวมคะแนน | ค่า IOC | แปลผล |
|--------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|--------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 2 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |

ตารางที่ 44 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในทำยวงจรปฏิบัติการที่ 3

| ข้อที่ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวมคะแนน | ค่า IOC | แปลผล |
|--------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|--------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 2 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |

ตารางที่ 45 ผลการพิจารณาความเหมาะสมระหว่างองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
กับระดับเกณฑ์การให้คะแนน ทำยวงจรปฏิบัติการที่ 1

| ข้อ ที่ | องค์ ประกอบ | ระดับ คะแนน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | คะแนน รวม | ความ เหมาะสม |
|------------------|------------------|----------------|----------------------------|------|------|------|------|--------------|-----------------|
| | | | คน 1 | คน 2 | คน 3 | คน 4 | คน 5 | | |
| 1 | ข้อกล่าว อ้าง | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 23 | 4.6 |
| | | 1 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 23 | 4.6 |
| | | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | หลักฐาน | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | | 1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 24 | 4.8 |
| | | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 23 | 4.6 |
| | การให้ เหตุผล | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 24 | 4.8 |
| | | 1 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 23 | 4.6 |
| | | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| 2 | ข้อกล่าว อ้าง | 0 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 24 | 4.8 |
| | | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 24 | 4.8 |
| | หลักฐาน | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | | 1 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 23 | 4.6 |
| | | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | การให้ เหตุผล | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 23 | 4.6 |
| | | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | | 2 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 24 | 4.8 |
| เฉลี่ย | | | 4.89 | 4.72 | 5.00 | 4.89 | 4.56 | 24.06 | 4.81 |
| | | | 4.81 | | | | | | |
| ระดับความเหมาะสม | | | เหมาะสมมากที่สุด | | | | | | |

ตารางที่ 46 ผลการพิจารณาความเหมาะสมระหว่างองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
กับระดับเกณฑ์การให้คะแนน ทำนองจริงปฏิบัติการที่ 2

| ข้อ ที่ | องค์ ประกอบ | ระดับ คะแนน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | คะแนน รวม | ความ เหมาะสม |
|------------------|------------------|----------------|----------------------------|------|------|------|------|--------------|-----------------|
| | | | คน 1 | คน 2 | คน 3 | คน 4 | คน 5 | | |
| 1 | ข้อกล่าวอ้าง | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 24 | 4.8 |
| | | 1 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 23 | 4.6 |
| | | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | หลักฐาน | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | | 1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 24 | 4.8 |
| | | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 24 | 4.8 |
| | การให้ เหตุผล | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 24 | 4.8 |
| | | 1 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 24 | 4.8 |
| | | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| 2 | ข้อกล่าวอ้าง | 0 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 24 | 4.8 |
| | | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 24 | 4.8 |
| | หลักฐาน | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | | 1 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 23 | 4.6 |
| | | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | การให้ เหตุผล | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 24 | 4.8 |
| | | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | | 2 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 24 | 4.8 |
| เฉลี่ย | | | 4.89 | 4.78 | 5.00 | 4.89 | 4.72 | 24.28 | 4.86 |
| | | | 4.86 | | | | | | |
| ระดับความเหมาะสม | | | เหมาะสมมากที่สุด | | | | | | |

ตารางที่ 47 ผลการพิจารณาความเหมาะสมระหว่างองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
กับระดับเกณฑ์การให้คะแนน ทำยวงจรปฏิบัติการที่ 3

| ข้อ ที่ | องค์ ประกอบ | ระดับ คะแนน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | คะแนน รวม | ความ เหมาะสม |
|------------------|------------------|----------------|----------------------------|------|------|------|------|--------------|-----------------|
| | | | คน 1 | คน 2 | คน 3 | คน 4 | คน 5 | | |
| 1 | ข้อกล่าว อ้าง | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | | 1 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 24 | 4.8 |
| | | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | หลักฐาน | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | | 1 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 24 | 4.8 |
| | | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 24 | 4.8 |
| | การให้ เหตุผล | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | | 1 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 24 | 4.8 |
| | | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| 2 | ข้อกล่าว อ้าง | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 24 | 4.8 |
| | หลักฐาน | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | | 1 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 24 | 4.8 |
| | | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | การให้ เหตุผล | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | | 2 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 24 | 4.8 |
| เฉลี่ย | | | 4.94 | 4.83 | 5.00 | 4.94 | 4.89 | 24.61 | 4.92 |
| | | | 4.92 | | | | | | |
| ระดับความเหมาะสม | | | เหมาะสมมากที่สุด | | | | | | |

ตารางที่ 48 ผลการพิจารณาความเหมาะสมระหว่างช่วงคะแนนกับระดับความสามารถในการสร้าง
คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวม คะแนน | ความ เหมาะสม |
|--|----------------------------|------------|------------|------------|------------|--------------|-----------------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| ความสามารถระดับดีมาก (ช่วง คะแนน 9-12) | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| ความสามารถระดับดี (ช่วง คะแนน 5-8) | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| ความสามารถระดับควร ปรับปรุง (ช่วงคะแนน 0-4) | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| เฉลี่ย | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 25.00 | 5.00 |
| | 5.00 | | | | | | |
| ระดับความเหมาะสม | เหมาะสมมากที่สุด | | | | | | |

ตารางที่ 49 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบสังเกตกับพฤติกรรมบ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิง
วิทยาศาสตร์

| พฤติกรรมบ่งชี้การสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวม คะแนน | ค่า IOC | แปลผล |
|---|----------------------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|--------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 2 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 3 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |

ตารางที่ 50 ผลการพิจารณาความเหมาะสมระหว่างพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้าง
คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับระดับการให้คะแนนของเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมบ่งชี้
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

| พฤติกรรมบ่งชี้ ความสามารถ ในการสร้าง คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ | ระดับ การให้ คะแนน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | คะแนน รวม | ความ เหมาะสม |
|---|--------------------------|----------------------------|------------|------------|------------|------------|--------------|-----------------|
| | | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| ข้อที่ 1 | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| ข้อที่ 2 | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | 2 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 24 | 4.8 |
| ข้อที่ 3 | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 | 5 |
| เฉลี่ย | | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 4.89 | 5.00 | 24.89 | 4.98 |
| | | 4.98 | | | | | | |
| ระดับความเหมาะสม | | เหมาะสมมากที่สุด | | | | | | |



ตารางที่ 51 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างหัวข้อในการสัมภาษณ์และข้อความในการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับวิธีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

| หัวข้อ | ข้อความ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวมคะแนน | ค่า IOC | แปลผล |
|---------------------|----------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|--------|
| | | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| การระบุข้อกล่าวอ้าง | ข้อที่ 1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| การระบุหลักฐาน | ข้อที่ 2 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| การให้เหตุผล | ข้อที่ 3 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |





ภาคผนวก จ

หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

พหุณฺ์ ปณฺุ ทิโต ชีเว



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว122 วันที่ 13 มกราคม 2566

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน

ด้วย นายกิตติพงษ์ พานจำลอง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธน์เนื่องเฉลิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว122 วันที่ 13 มกราคม 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราพร เอรารวรรณ

ด้วย นายกิตติพงษ์ พานจำลอง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธน์เมืองเฉลิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว122 วันที่ 13 มกราคม 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.วุฒิสักดิ์ บุญแน่น

ด้วย นายกิตติพงษ์ พานจำลอง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และ
คณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนา
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการ
เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ
เนื่องเฉลิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และ
มีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ
ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว122 วันที่ 13 มกราคม 2566

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์นพนันท์ คณิตไธสง

ด้วย นายกิตติพงษ์ พานจำลอง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธน์ เนื่องเฉลิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว122 วันที่ 13 มกราคม 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

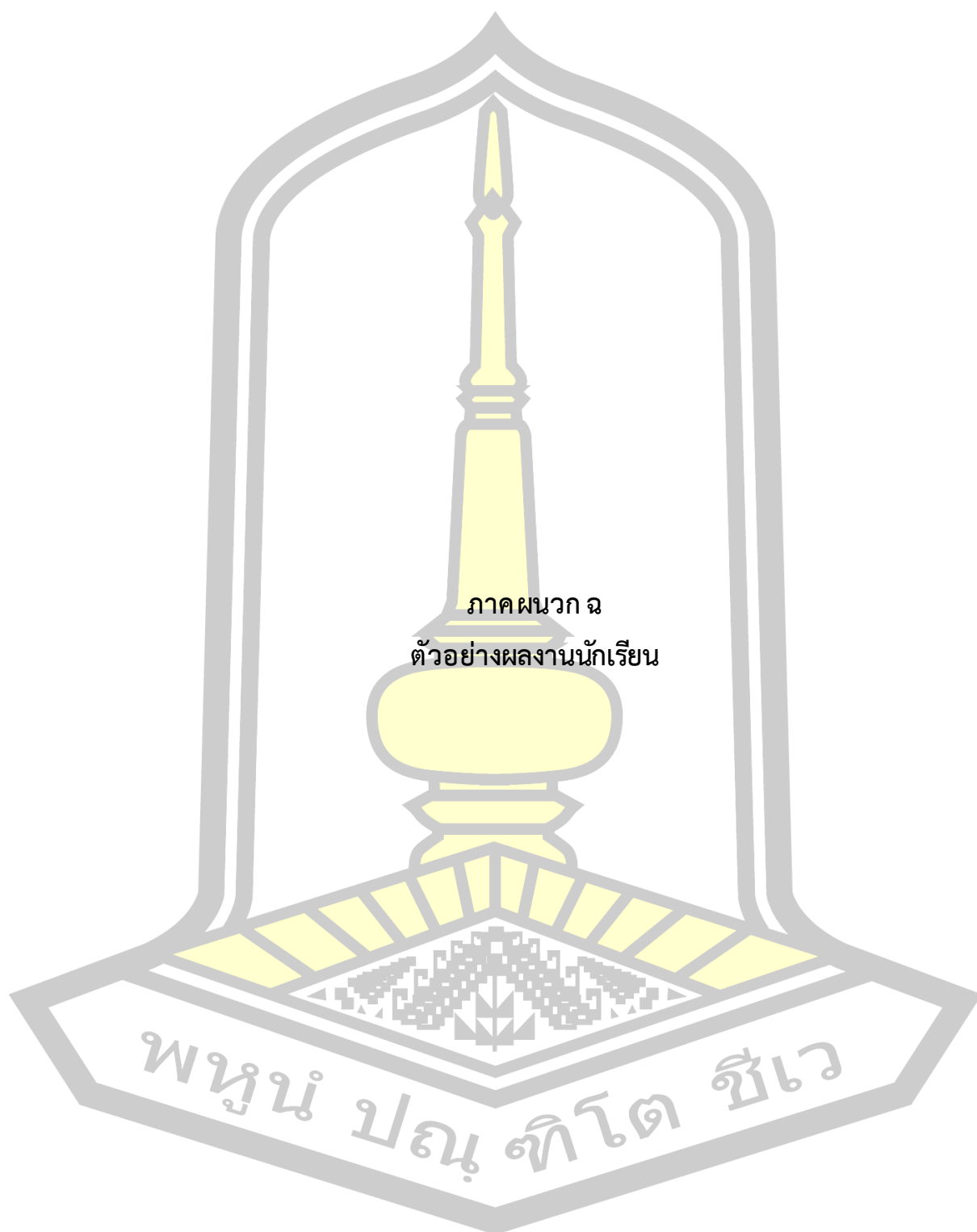
เรียน อาจารย์ทิพวรรณ พิลา

ด้วย นายกิตติพงษ์ พานจำลอง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหายใจ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธน์ เนื่องเฉลิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ภาคผนวก จ
ตัวอย่างผลงานนักเรียน


พหุ ประถมศึกษา ชีวะ

ตัวอย่างการเขียนตอบใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

ใบกิจกรรมที่ 5

ชื่อ-นามสกุล..... [REDACTED] ชั้น ม.5/.....7.....เลขที่.....10

ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
“บุหรี่ไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุหรี่มวน”



ที่มา : <https://health.mthai.com/app/uploads/2018/12/Electric-cigarette-2.jpg>

หน่วยงานด้านสาธารณสุขของอังกฤษได้รื้องานศึกษาต่าง ๆ เกี่ยวกับโทษของบุหรี่มวนเปรียบเทียบกับบุหรี่ไฟฟ้า และได้ข้อสรุปว่า บุหรี่ไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุหรี่มวนถึง 95% ทั้งนี้ สาเหตุหลัก ๆ ก็เนื่องจากบุหรี่ไฟฟ้าไม่มีกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ จึงไม่ทำให้เกิดสารทาร์ (Tar) ซึ่งเป็นน้ำมันที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ยาสูบและเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เป็นมะเร็งปอด

บุหรี่ไฟฟ้าไม่ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แบบบุหรี่มวน ซึ่งก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในบุหรี่มวนเป็นก๊าซชนิดเดียวกันกับที่พ่นออกจากท่อไอเสียรถยนต์มีความสามารถในการจับกับฮีโมโกลบินมากกว่าออกซิเจนประมาณ 200-250 เท่า ซึ่งเมื่อจับแล้วจะกลายเป็นสารประกอบคาร์บอนซีอีโมโกลบิน ทำให้มีฮีโมโกลบินที่จับกับออกซิเจนในเลือดน้อยลง ส่งผลให้เม็ดเลือดแดงขนส่งออกซิเจนไปยังเนื้อเยื่อส่วนปลายได้ลดลง เนื้อเยื่อในร่างกายจึงเกิดภาวะขาดออกซิเจน อาการพิษจากก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่พบได้บ่อย คือ ปวดศีรษะ และเวียนศีรษะ ถ้าหัวใจและสมองขาดออกซิเจนทำให้หน้ามืดเป็นลมหมดสติหรือเสียชีวิตได้ (วุฒิชัยชู รุ่งเรือง และจิตติพล เยาวลักษณ์, 2564)

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่กลุ่มสนับสนุนบุหรี่ไฟฟ้าในประเทศไทยนำมาแสดงว่า บุหรี่ไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุหรี่ธรรมดา 33% หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือมีอันตราย 67% ของบุหรี่ธรรมดา โดยงานวิจัยที่ถูกอ้างอิง มาจากมหาวิทยาลัยโอทาโก ประเทศนิวซีแลนด์ ซึ่งประเมินว่า “บุหรี่ไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุหรี่มวน 33%” โดยการศึกษาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัย 5 ชิ้น และงานวิจัย 2

ใน 5 ชั้น เป็นงานวิจัยที่บริษัทบุหรี่สนับสนุน และกลุ่มที่สนับสนุนบุหรี่ไฟฟ้ายังแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ
ดังคลิป <https://shorturl.asia/Ece1Y>

อย่างไรก็ตามยังมีงานวิจัยที่ได้ผลขัดแย้งกับผลวิจัยดังกล่าว ซึ่งงานวิจัยจากต่างประเทศแสดงให้เห็นว่า บุหรี่ไฟฟ้ามียุติและอันตรายมากกว่าบุหรี่แบบธรรมดา เช่น ไอความร้อนที่สูงมากทำลายเซลล์เยื่อ
บุทางหายใจ และนอกจากนี้ ดร.พญ.เริงฤดี ปธานวนิช อาจารย์ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะ
แพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี และหัวหน้าโครงการวิจัย ติดตามและเฝ้าระวังอุตสาหกรรมยาสูบใน
ประเทศไทย เผยผลการวิจัยต่างประเทศชี้ชัดว่า บุหรี่ไฟฟ้ามียุติและอันตรายกับผู้สูบบุหรี่มากกว่าผู้สูบบุหรี่ธรรมดาถึง 67%
ซึ่งถือเป็นการตอกย้ำเหตุผลที่ WHO ไม่การันตีบุหรี่ไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุหรี่ธรรมดา

1. เมื่อนักเรียนอ่านบทความเสร็จแล้ว ให้นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้าง “จริงหรือไม่กับประเด็น
ที่ว่า บุหรี่ไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุหรี่ธรรมดา”

จริงว่าบุหรี่ไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุหรี่ธรรมดา

2. ให้นักเรียนระบุข้อควรคำนึงถึงสังคมจากที่นักเรียนได้ระบุข้อกล่าวอ้างไปแล้ว นักเรียนมีข้อ
ควรคำนึงถึงสังคมใดบ้างที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน

คำนึงถึงสังคมครอบครัว หรือสังคมในครอบครัว

3. ประเด็น “บุหรี่ไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าบุหรี่ธรรมดา” มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องใดบ้างในหน่วย
การเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ

การแลกเปลี่ยน แก๊ส และ จำไว้ว่าแก๊ส

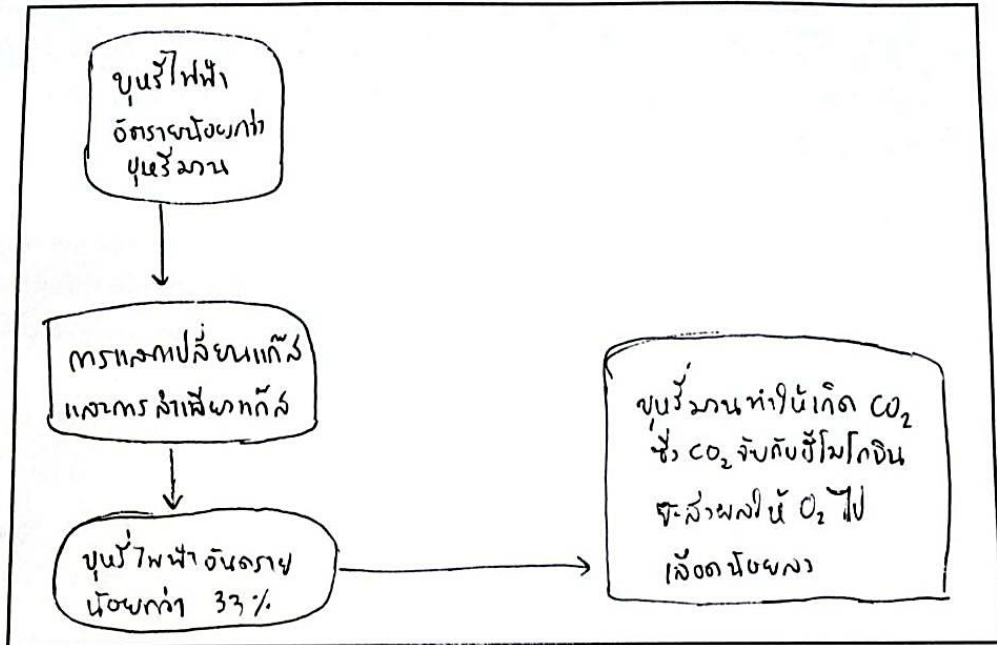
4. ให้นักเรียน**ระบุหลักฐาน**ที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน

มีงานวิจัยในประเทศไทยว่าขุมไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าขุมรีธรรมดา 33%
หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคืออันตราย 67% ของขุมรีธรรมดา โดยงานวิจัยถูกอ้างอิง
มาจาก มหาวิทยาลัยโศทโท ประเทศนิวซีแลนด์ ซึ่งประเมินว่า
ขุมไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าขุมรีธรรมดา 33%.

5. ให้นักเรียน**ระบุเหตุผล**เพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานโดยใช้หลักการทาง
วิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นดังกล่าว และเกี่ยวข้องกับ
กับเนื้อหาในบทเรียน

ขุมรีไฟฟ้าไม่ทำให้นเกิด CO_2 แบบขุมรีธรรมดา ซึ่ง CO_2 มีผลกระทบต่อในทร
รูปกับฮีโมโกลบินทำให้น้ฮีโมโกลบินที่จับกับออกซิเจนในเลือดน้อยลง
ส่งผลนี้ส่งผลเลือดแดงขนส่ง O_2 ไปทั่วเนื้อเยื่อส่วนปลายได้ลดลง
เนื้อเยื่อในร่างกายจึงเกิดภาวะขาดออกซิเจน

6. ให้นักเรียนสังเคราะห์ความคิดหลักจากกระบวนการเรียนรู้ผ่านการสะท้อนความคิดของตนเองที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษา ซึ่งจะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเขียนสรุปแนวคิดหลักที่ได้จากกระบวนการเรียนรู้เป็นแผนผังความคิด



7. ให้นักเรียนสังเคราะห์แนวทางปฏิบัติจากกระบวนการเรียนรู้และจากแผนผังความคิดผ่านการสะท้อนความคิดของตนเอง ดังคำถามต่อไปนี้

จากกระบวนการเรียนรู้และแผนผังความคิด นักเรียนมีแนวทางปฏิบัติต่อประเด็น “ขุมรีไฟฟ้าอันตรายน้อยกว่าขุมรีถ่าน” อย่างไร

ไม่สุขขบุรี ๐๖๖๖๖

ตัวอย่างคำตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

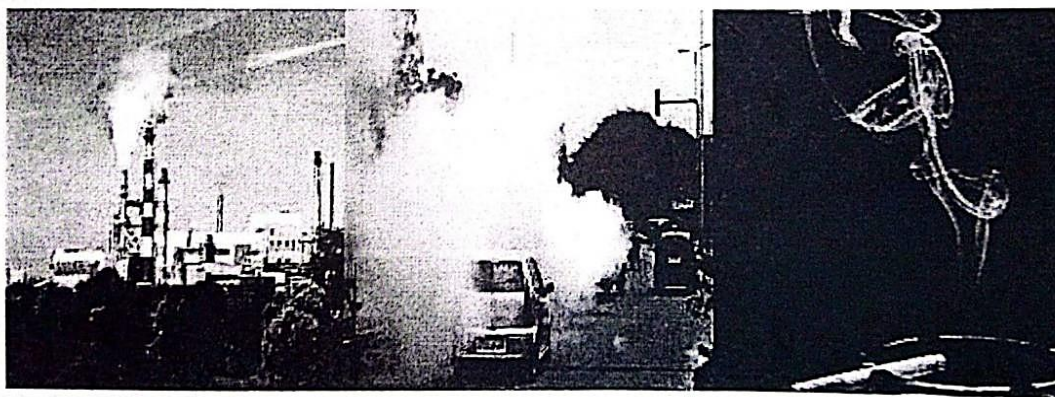
ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3
2. ข้อสอบในแบบทดสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบอัตนัย มี 2 ข้อ ซึ่งแต่ละข้อครอบคลุม 3 องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล
3. ให้ความเวลาในการทำแบบทดสอบ 40 นาที โดยให้ใช้ปากกาสีน้ำเงินเขียนตอบลงในพื้นที่ว่างที่กำหนดให้

ชื่อ-นามสกุล.....[REDACTED].....ชั้น.....ม.5/.....๗.....เลขที่.....13.....

แบบทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3 ข้อที่ 1



ที่มา : <https://shorturl.asia/XNZDc>; <https://shorturl.asia/UqeQi>; <https://shorturl.asia/9hOv5>

นางสาว A เธออาศัยอยู่ในบ้านหลังหนึ่งกับพ่อ ซึ่งพ่อของเธอมีกลุ่มบุหรี่เป็นประจำ และสถานที่ตั้งบ้านของเธออยู่ติดกับถนนที่มีรถสัญจรหนาแน่น และใกล้กับโรงไฟฟ้าชีวมวลที่ ลักลอบปล่อยควันจากการเผาชีวมวลที่มีสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น ฝุ่นละอองขนาดเล็ก ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เป็นต้น อยู่มาวันหนึ่งเธอมีอาการหายใจถี่ เหนื่อยหอบ และเกิดอาการหัวใจวายขึ้น แต่โชคดีที่พ่อของเธอนำตัวเธอส่งโรงพยาบาลได้ทันเวลา ซึ่งหมอได้ทำการตรวจวินิจฉัย พบว่า ปอดของนางสาว A มีผนังของถุงลมถูกทำลายจนทะลุถึงกันเกิดเป็นถุงขนาดใหญ่ หมอจึงแนะนำให้หลีกเลี่ยงการอยู่ในบริเวณที่มีอากาศเป็นพิษ เช่น บริเวณที่มีคนสูบบุหรี่ บริเวณใกล้โรงงานที่ปล่อยควันพิษ บริเวณใกล้ถนนที่มีรถสัญจรหนาแน่น รวมทั้งบริเวณที่มีฝุ่นละอองขนาดเล็ก เช่น PM 2.5 ที่ไม่เกินค่ามาตรฐาน และสวมหน้ากากป้องกันตัวเองจากควันและสารพิษที่เป็นอันตราย หลีกเลี่ยงสิ่งที่ทำให้ปอดเกิดการระคายเคือง เช่น ฝุ่น ควันพิษ รับประทานอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ออกกำลังกายเป็นประจำตรวจสุขภาพปอดอย่างสม่ำเสมอ

ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ข้างต้นแล้วตอบคำถามดังต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด

1. จากสถานการณ์ดังกล่าว นางสาว A เป็นโรคอะไร และโรคดังกล่าวเกิดได้อย่างไร (ระบุชื่อกล่าวอ้าง)

นางสาว A เป็นโรคถุงลมโป่งพอง เกิดจากการสูบบุหรี่เป็นประจำ

2

2. อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้น (ระบุหลักฐาน)

ปอดของนางสาว A มีผนังของถุงลมถูกทำลายจนทะลุเป็นถุงขนาดใหญ่ หมอแนะนำให้ หลีกเลี่ยงอยู่ใน บริเวณที่มีอากาศเป็นพิษ เช่น ใกล้โรงงานปล่อยควัน คนสูบบุหรี่ รวมทั้ง PM 2.5 และสวมหน้ากากป้องกัน ป้องกันตัวเองจากควัน

2

3. นักเรียนมีเหตุผลอย่างไรว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (การให้เหตุผล)

โรคถุงลมโป่งพอง เป็นโรคที่ผนังของถุงลมถูกทำลายจนแตกเกิดเป็นถุงขนาดเล็ก
เกิดส่ออากาศเป็นนิชเวลาตาม เช่น ต้นจากโรงงาน ต้นจากบุหรี่ รวมทั้งเป็น
ละออง ๗๓๒.๖ ที่เซลล์เม็ดเลือดขาวไม่สามารถทำลายสิ่งแปลกปลอมได้จึงสะสมอยู่ในเซลล์
และสร้างแอนติบอดีที่ทำลายถุงลม ในกรณีการปลั่งนทศร์จึงมีพื้นที่ผิวลดลง ผู้ป่วยจึงมี
อาการหายใจถี่ขึ้น ในห้องนอน และหัวใจทำงานหนักขึ้น มีอาการหัวใจวาย.

2



แบบทดสอบท้ายวงจรถับปฏิบัติกรที่ 3 ข้อที่ 2



ที่มา : <https://shorturl.asia/qZVnP>

จากโศกนาฏกรรมเหยียบกันตายจนขาดอากาศหายใจในย่านอีแหวอน ประเทศเกาหลีใต้ ให้บทเรียนเรื่องการกู้ชีพด้วยวิธี CPR ในยามเกิดเหตุฉุกเฉินในประเทศของเรา ซึ่งภาวะขาดอากาศหายใจที่มีสาเหตุมาจากการเบียดเสียดกันของผู้คนจำนวนมากในพื้นที่จำกัด จนหน้าอกถูกกดทับ ทำให้ระบบหายใจผิดปกติ ทางกรแพทย์เรียกว่า Compression Asphyxia มนุษย์เราเมื่อสูดอากาศเข้าร่างกาย ทรวงอกจะขยายขึ้น แต่ถ้าอยู่ท่ามกลางคลื่นฝูงชนที่แออัด ถึงขนาดที่กระดูกซี่โครงบริเวณอกยกตัวสูงขึ้นไม่ได้เมื่อหายใจ สามารถเสียชีวิตล้มทับกันเป็นกองได้ ดังนั้นเราควรศึกษาบทเรียนจากอุบัติเหตุอีแหวอน เพื่อไม่ให้เกิดโศกนาฏกรรมแบบนี้ขึ้นอีก (โรงพยาบาลเพชรเวช, 2565)

ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ข้างต้นแล้วตอบคำถามดังต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด

1. จากสถานการณ์ดังกล่าว การอยู่ในท่ามกลางคลื่นฝูงชนที่แออัดส่งผลต่อการหายใจของมนุษย์อย่างไร (ระบุข้อกล่าวอ้าง)

ส่งผลต่อทรงหัวใจเข้า และ ทางใจออก ทำให้หัวใจเข้า-ออกไม่ได้เต็มอัม จนเกิดอาการขาดอากาศหายใจ ไม่สามารถหายใจเข้าออกได้.

2

2. อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนตอบเช่นนั้น (ระบุหลักฐาน)

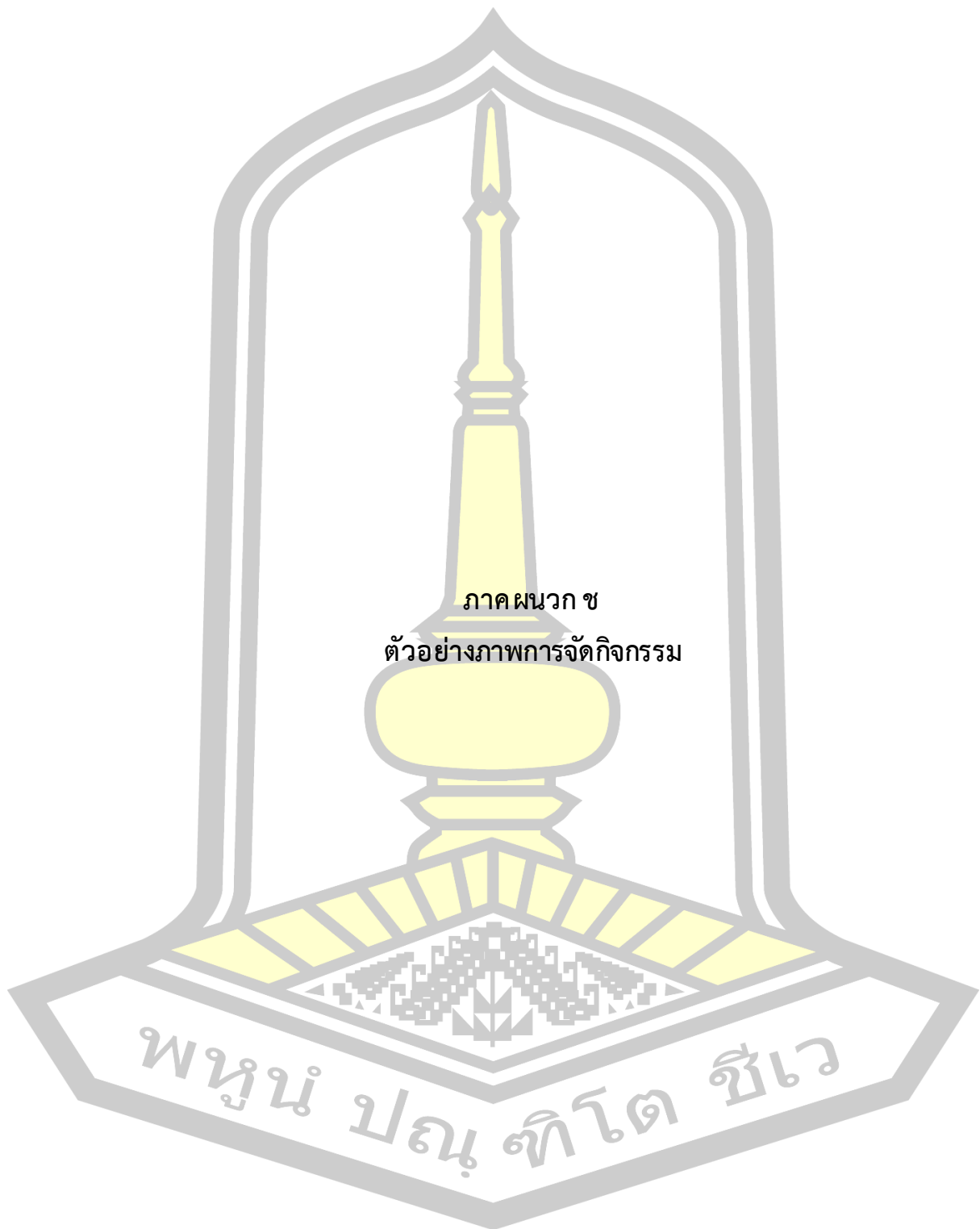
ทรงหัวใจ ที่อยู่ในบริเวณที่มีผู้คนมาก หรือแออัดแออัดแออัดแออัด จะทำให้ ทรงหัวใจทำงานไม่ได้เต็มที่ อากาศเข้าไม่ไป ในปอดน้อย เพราะโดนกดทับ คนเราขาดอากาศเข้าร่างกาย หัวอกจะขาดออกซิเจน หัวอก กระตุก ชีวีตรงกตัวสูง ศีรษะอยู่ในบริเวณที่คนแออัด จะทำให้น้ำหนักที่กดทับ หัวอก ชีวีตรงกตัวสูงไม่ได้เมื่อหายใจ และเกิดภาวะขาดอากาศหายใจ

2

3. นักเรียนมีเหตุผลอย่างไรว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (การให้เหตุผล)

ทรงเปลี่ยนแปลง ปริมาตรในช่วงอกและความดันในช่วงอก ทรงหัวใจ เข้า-ออก มี 2 ประเด็น ดังนี้
 1) ทรงหัวใจปกติ กล้ามเนื้อกะบังลมหดตัวและเคลื่อนต่ำลง ขณะที่กล้ามเนื้อซี่โครงหดตัว ทำให้ซี่โครงยกตัวสูงขึ้น ปริมาตรช่วงอกเพิ่มขึ้น ความดันอากาศลดลง อากาศภายนอกเคลื่อนเข้าสู่ปอด เกิดการหายใจเข้า
 2) ทรงหัวใจอก กล้ามเนื้อกะบังลมคลายตัว เคลื่อนตัวสูงขึ้น ขณะที่กล้ามเนื้อซี่โครงหดตัวยกตัวขึ้นเคลื่อนต่ำลง ปริมาตรช่วงอกลดลง ความดันอากาศเพิ่มขึ้น อากาศเคลื่อนสู่ภายนอก เกิดการหายใจออก ดังนั้นถ้าอยู่ท่ามกลางฝูงชนที่แออัด หากถูกกดทับซี่โครงยกตัวสูงขึ้นไปไม่ได้ ส่งผลให้มนุษย์ไม่สามารถหายใจเข้า-ออกไม่ได้.

2





ตัวอย่างภาพนักเรียนกำลังเผชิญกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์



ตัวอย่างภาพนักเรียนกำลังเผชิญกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์



ตัวอย่างภาพนักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม พูดคุยกัน
แสดงความคิดเห็น อภิปรายประเด็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน



ตัวอย่างภาพนักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม พูดคุยกัน
แสดงความคิดเห็น อภิปรายประเด็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน



ตัวอย่างภาพนักเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียนแสดงจุดยืนของกลุ่มตนเอง
โดยใช้คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และข้อควรคำนึงถึงสังคมประกอบการนำเสนอ



ตัวอย่างภาพนักเรียนกำลังทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
และบันทึกอนุทินท้ายวงจรปฏิบัติการ

ประวัติผู้เขียน

| | |
|----------------------|---|
| ชื่อ | นายกิตติพงษ์ พานจำลอง |
| วันเกิด | 14 ธันวาคม 2541 |
| สถานที่เกิด | อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน | บ้านเลขที่ 160 ตำบลกกปลาซิว อำเภอภูพาน จังหวัดสกลนคร รหัสไปรษณีย์ 47310 |
| ตำแหน่งหน้าที่การงาน | - |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน | - |
| ประวัติการศึกษา | พ.ศ. 2557 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านกกปลาซิวนาโด้ พ.ศ. 2560 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนคำเพิ่มพิทย พ.ศ. 2564 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาชีววิทยา คณะ วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2566 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| ทุนวิจัย | - |
| ผลงานวิจัย | 1) Chookhampaeng, S., Phanchamlong, K., & Suksawan, P. (2021). Salt Tolerance Screening of 26 Tomato Cultivars. Annals of the Romanian Society for Cell Biology, 25(6), 13073-13082. 2) Phanchamlong, K., Manee, K., Watwiset, N., Nuangchalem, P., & Prachagool, V. (2022). Learning Anxiety of Undergraduate Students during COVID-19 Pandemic. Journal of Educational Issues, 8(1), 30-38. |

พจนัน ปณุกิตโต ชีวะ