การประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิส เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรน่า 2019

นรมน โปธา

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิส เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรน่า 2019

นรมน โปธา

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิส เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรน่า 2019"

ของ นรมน โปธา

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

ชื่อเรื่อง การประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิส เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรน่า 2019

ผู้วิจัย นรมน โปธา

ประธานที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล

ประเภทสารนิพนธ์ การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565

คำสำคัญ ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์, คอนสตรัคติวิสซึม, สัญศาสตร์

บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงคุณภาพนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) พัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการทำงานของเซลล์ และ 2) ศึกษาพัฒนาการด้านทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การทำงานของเซลล์ ณ โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงราย จำนวน 25 คน เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย แผนการเรียนรู้ แบบสะท้อนผล แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการโดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 4 วงจรปฏิบัติการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหาและการตรวจสอบสามเส้า ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานคอนสตรัคติวิสซึม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นเตรียมสมอง 2. ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน 3. ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม 4. ขั้นสร้างผลงานและ 5. ขั้นนำเสนอความรู้ นอกจากนี้พบว่า นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ 6 ทักษะ ดังนี้ ทักษะการฟังและการสังเกต ทักษะการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการสร้างตัวแทนภาพ ทักษะการเข้าถึงข้อมูล ทักษะการนำเสนอความรู้ความเข้าใจ และทักษะการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ

Title APPLYING CONSTRUCTIVIST SEMIOTICS TO DEVELOP SCIENTIFIC COMMUNICATION SKILLS ABOUT THE CELL FUNCTIONS OF AN ETHNIC STUDENT GROUP IN GRADE 10 DURING THE 2019 CORONAVIRUS EPIDEMIC.

Author NORAMON POTA

Advisor Assistant Professor Sirinapa Kijkuakul, Ph.D.

Academic Paper M.Ed. Independent Study in Science Education, Naresuan University, 2022

Keywords Scientific communication skills, Constructivism, Semiotics

ABSTRACT

The objectives of this qualitative research are to 1) develop a constructivist learning approach using semiotics to promote scientific communication skills and 2) to study the development of scientific that skills of 25 students in Grade 10 about the cell functions at an Opportunity Expansion School in Chiang Rai Province. The research tools include lesson plans, reflective journals, observations, and the post test. Research methodology is action research carried out in 4 spiral cycles. The data were analyzed with contenr analysis and validated by triangulations. The results showed that the constructivist semiotics learning approach consists of 5 steps as: 1) brain preparation 2) basic knowledge building 3) group operation 4) product creation and 5) knowledge presentation .Also the data analysis revealed that the students develop six' scientific communication skills sorted in descending order as 1) listening and observing skill 2) scientific reading skill 3) visual representation skill 4) accessibility to information skill 5) knowledge presentation skill and 6) scientific writing skill.

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้ความอนุเคราะห์ที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของการค้นคว้าอิสระด้วยความเอาใจใส่ตลอดระยะเวลาในการทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ จนทำให้การค้นคว้าอิสระสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำเกี่ยวกับรูปแบบการ จัดการเรียนรู้ และเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ รวมถึงคณาจารย์คณะศึกษาศาสตร์และคณะ วิทยาศาสตร์ พนักงานและเจ้าหน้าที่ ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ความรู้และประสบการณ์แก่ผู้วิจัย อีกทั้งผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ นายอนุชิต ไทยรัศมี และคณะผู้บริหารและคณะครูกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทุกท่าน ครูวารุณี หลวงไชย ที่ให้ความอนุเคราะห์ สถานที่ คาบสอนการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการทำวิจัยตลอดจนได้ให้คำแนะนำที่ดีเพื่อประโยชน์แก่ การจัดการเรียนรู้เพื่อการวิจัย ตลอดจนขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2564 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และผู้ที่เกี่ยวข้อง ของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน อย่างดีที่สุดเสมอมา

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยและผู้ที่สนใจไม่มากก็น้อย

นรมน โปธา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

ประกาศคุณูปการ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

จุดประสงค์การวิจัย 8

คำถามวิจัย 8

ขอบเขตของงานวิจัย 9

ผู้ร่วมวิจัย 9

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย 9

ตัวแปรศึกษา 9

ระยะเวลาในการวิจัย 9

นิยามศัพท์เฉพาะ 9

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 13

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ 13
2. ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม 13
ทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสซึม 15
1. ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม....15
2. องค์ประกอบสำคัญของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึมซึม 17
3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม....19
4. บทบาทของครูตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม....25
5. บทบาทของนักเรียนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม 26
สัญศาสตร์ทางชีววิทยา....26
1. ความหมายของสัญศาสตร์....26
2. องค์ประกอบสำคัญของสัญศาสตร์....27
3. สัญศาสตร์ในบริบทของชีววิทยา....28
การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (Science comminication) 29
1. ความสำคัญของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ 29
2. ความหมายของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์....30
3. แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์....31
4. แนวทางการวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์....33
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....35
1. งานวิจัยภายในประเทศ....35
2. งานวิจัยต่างประเทศ....37
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย....40
ผู้ร่วมวิจัย....40

บริบทของห้องเรียน 40
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 41
การสร้างเครื่องมือ 42
การเก็บรวบรวมข้อมูล 47
การวิเคราะห์ข้อมูล 50
บทที่ 4 ผลการวิจัย 56
การจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ควรเป็นอย่างไร 56
นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เมื่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เรื่อง การทำงานของเซลล์ หรือหรือไม่อย่างไร 91
บทที่ 5 บทสรุป 122
สรุปและอภิปรายผลการทดลอง 122
ข้อเสนอแนะ 137
บรรณานุกรม 138
บรรณานุกรม 139
ภาคผนวก 144
ประวัติผู้วิจัย 178

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ.....49

ตาราง 2 รูปแบบการวิเคราะห์พฤติกรรมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์.....51

ตาราง 3 การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1.....63

ตาราง 4 การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2.....72

ตาราง 5 การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 3.....81

ตาราง 6 การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 4.....89

ตาราง 7 ร้อยละของระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเข้าถึงข้อมูลของนักเรียน.....91

ตาราง 8 ร้อยละของระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....96

ตาราง 9 ร้อยละของระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการฟังและการสังเกตของนักเรียน..... 101

ตาราง 10 ร้อยละของระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน..... 107

ตาราง 11 ระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน..... 110

ตาราง 12 ร้อยละของระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการสร้างตัวแทนภาพนักเรียน..... 111

ตาราง 13 ร้อยละของระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความเข้าใจของนักเรียน..... 116

ตาราง 14 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้การประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิส เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4..... 146

ตาราง 15 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้การประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิส เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 147

ตาราง 16 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้การประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิส เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแบ่งเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4..... 148

ตาราง 17 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้การประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิส เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง หายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 149

ตาราง 18 ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนผลการประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของ 150

ตาราง 19 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4..... 151

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 ทักษะหลักและย่อยของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ 31

ภาพ 2 สมุดจดบันทึกหลังจากดูวิดีโอ เรื่อง [ชีวะ] เซลล์ : เซลล์พืช VS เซลล์สัตว์ต่างกันยังไง? 58

ภาพ 3 นักเรียนทำการทดลองศึกษาโครงสร้างของเซลล์พืชและสัตว์.....59

ภาพ 4 ผลงานอาณาจักรของนักเรียน 60

ภาพ 5 นักเรียนนำเสนอเรื่อง อาณาจักรของเซลล์.....61

ภาพ 6 บอร์ดอภิปรายของนักเรียน เรื่อง คนไทยไม่บ้า กับอะมีบากินสมอง.....65

ภาพ 7 แผนผังความคิด เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์.....65

ภาพ 8 ผลการทดลองที่นักเรียนส่งเข้า google classroom.....66

ภาพ 9 ภาพเคลื่อนไหวการลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์.....66

ภาพ 10 การนำเสนองานหน้าชั้นเรียน เรื่อง การลำเลียงสารเข้าออกเซลล์.....67

ภาพ 11 สมุดจดบันทึก เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์.....68

ภาพ 12 ผลงานของนักเรียนรูปแบบแผนผังความคิดที่สรุปจากสิ่งที่สอนกับสรุปจากสิ่งที่สอนและค้นคว้าเพิ่มเติม 68

ภาพ 13 รายงานปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การลำเลียงสารแบบออสโมซิส.....69

ภาพ 14 ผลงานของนักเรียนที่มีข้อผิดพลาดในลักษณะของการเคลื่อนไหว.....70

ภาพ 15 กระดานแสดงความคิดเห็นออนไลน์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต 74

ภาพ 16 สมุดจดบันทึก เรื่องการแบ่งเซลล์.....75

ภาพ 17 นักเรียนส่องกล้องจุลทรรศน์ศึกษาการแบ่งเซลล์ไมโอซิสและไมโทซิส 75

ภาพ 18ใบกิจกรรมที่นักเรียนทำควบคู่กับการส่องกล้อง.....76

ภาพ 19 แบบทดสอบคำศัพท์เฉพาะทางการแบ่งเซลล์.....77
ภาพ 20 ใบงานเรื่อง การแบ่งเซลล์.....77
ภาพ 21 สรุปกระบวนการแบ่งเซลล์หลังจากศึกษาผ่านกล้องจุลทรรศน์.....78
ภาพ 22 โมเดลที่มีข้อผิดพลาดในสีของโครโมโซม และจำนวนโครโมโซม.....79
ภาพ 23 วิดีโอที่นักเรียนกำลังนำเสนองานและการแสดงความคิดเห็นของเพื่อนกลุ่มอื่น.79
ภาพ 24 ขวดทดลองที่นักเรียนนำไปหมักดองผักที่บ้านของตนเอง.....84
ภาพ 25 กระดานแสดงความคิดเห็นออนไลน์ เรื่อง โรคแบคทีเรียกินเนื้อ.....85
ภาพ 26 สมุดจดบันทึก เรื่อง การหายใจระดับเซลล์.....86
ภาพ 27 รายงานบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบออกซิเจนไม่เพียงพอ.....86
ภาพ 28 นิทาน เรื่องการหายใจระกับเซลล์.....87
ภาพ 29 วิดีโอเล่านิทานของนักเรียนและข้อแนะนำชิ้นงานของเพื่อน.....87
ภาพ 30 ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่มีการค้นคว้าเพิ่มเติมจากการจัดการเรียนรู้ในคาบ.....93
ภาพ 31 ตัวอย่างใบงานของนักเรียนกลุ่มที่ IR3.....93
ภาพ 32 ตัวอย่างใบงานของนักเรียนกลุ่มที่ 2.....94
ภาพ 33 ระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเข้าถึงข้อมูลของนักเรียน.....95
ภาพ 34 ระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....100
ภาพ 35 สมุดตัวอย่างของการจดบันทึกของนักเรียน เรื่องโครงสร้างของเซลล์.....102
ภาพ 36 สมุดของนักเรียนที่จดบันทึกจากการดูวิดีโอ เรื่องแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส.....103
ภาพ 37 แบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 เรื่องคำศัพท์เฉพาะทางของการแบ่งเซลล์.....104

ภาพ 38 แบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 เรื่องคำศัพท์เฉพาะทางของการแบ่งเซลล์ 104

ภาพ 39 แบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 เรื่องคำศัพท์เฉพาะทางของการแบ่งเซลล์ 105

ภาพ 40 ระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการฟังและการสังเกตของนักเรียน 106

ภาพ 41 ตัวอย่างรายงานบทปฏิบัติการของกลุ่มที่1 เรื่อง การลำเลียงสารแบบออสโมซิส 108

ภาพ 42 ผลงานของตัวอย่างของกลุ่มที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของเซลล์..... 112

ภาพ 43 ผลงานของตัวอย่างของกลุ่มที่ 2 เรื่อง โครงสร้างของเซลล์..... 112

ภาพ 44 ผลงานของตัวอย่างของกลุ่มที่ 3 เรื่อง โครงสร้างของเซลล์..... 113

ภาพ 45 ระดับทักษะการสื่อสารทาง วิทยาศาสตร์ด้านการสร้างตัวแทนภาพของนักเรียน 115

ภาพ 46 การนำเสนอหน้าชั้นเรียน เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์..... 117

ภาพ 47 ระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความเข้าใจของนักเรียน . 118

ภาพ 48 พัฒนาการของทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับดีมาก. 119

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทักษะการสื่อสารเป็นหนึ่งในทักษะที่มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตในปัจจุบัน แม้แต่ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ก็ได้มีการกำหนดให้ความสามารถในการสื่อสารเป็นหนึ่งในสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน ซึ่งทักษะนี้เป็นความสามารถในการถ่ายทอดความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์ รวมทั้งการเจรจาต่อรองขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ และเป็นทักษะที่นักเรียนสามารถเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสาร ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ อีกทั้งทักษะการสื่อสารก็เป็นหนึ่งในทักษะที่มีความจำเป็นในศตวรรษที่ 21 คือ มีความเขาใจ สามารถจัดการและสรางสรรควิธีการสื่อสารดวยการพูด การเขียนและมัลติมีเดียในรูปแบบและบริบทตาง ๆ ไดอยางมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในทักษะการทำงาน ที่ต้องได้รับการฝึกฝนในเรื่องของการติดต่อสื่อสารและการทำงานเป็นทีม ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากความต้องการของผู้เรียนอย่างแท้จริงและลงมือปฏิบัติเพื่อให้เกิดประสบการณ์ตรงและต่อยอดความรู้นั้นได้ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ พึ่งพาตนเองได้ และดำเนินชีวิตอย่างมีความสุข (สำนักบริหารงานการมัธยมตอนปลาย สพฐ, 2559)

ทักษะการสื่อสารจะต้องมีทั้งผู้ส่งสารและผู้รับสาร ซึ่ง Julian Treasure (2014) พูดไว้ใน TED Talks 5 ways to listen better ว่าการสื่อสารที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน เราใช้เวลา 60% ไปกับการฟัง แต่เรารับฟังข้อมูลได้แค่ 25% ทำให้การการฟังนั้นต่างจากการได้ยิน การฟังหรือการรับสารคือการตั้งใจ การเลือกที่จะได้ยินเสียง การดึงเอาเฉพาะเสียงที่เราต้องการ แล้วทำให้เสียงนั้นเกิดเป็นความหมาย การฟังเป็นทักษะที่เราเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เป็นผู้ฟังที่ดีได้ ส่วนผู้ส่งสาร คือ บุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่เป็นผู้ริเริ่มหรือเริ่มต้นส่งสารไปให้อีกบุคคลหนึ่งจะโดยตั้งใจหรือไม่ก็ตาม หรือเป็นผู้ทำหน้าที่ส่งสารผ่านช่องทางหนึ่งไปยังผู้รับสาร ฉะนั้นผู้ส่งสารจึงมีบทบาทในการชี้นำว่าพฤติกรรมการสื่อสารภายในสถานการณ์นั้นๆ จะเป็นไปในรูปใดและมีผลอย่างไรหรืออีกนัยหนึ่งก็คือ ผู้ส่งสารคือผู้กระตุ้น (stimulus) ที่ทำให้เกิดการตอบสนอง (response) จากผู้รับสาร หรือผู้ส่งสารอาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ผู้เข้ารหัส (encoder) คือ ผู้ที่รับผิดชอบในการนำความคิดของผู้ริเริ่ม ความคิดหรือแหล่งสาร (source) ส่งไปยังผู้ที่ต้องการจะสื่อสารด้วย โดยการใช้สัญญาณ (signal) และสัญลักษณ์

(symbol) หรือเรียกว่า การเข้ารหัส (encoding) ซึ่งแสดงถึงเป้าหมายหรือสิ่งที่แหล่งสารต้องการสื่อ (จุฬาวิทยานุกรม, 2554)

การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการอธิบาย สร้างความเข้าใจ จุดประกาย หรือเกิดแนวคิดจากนักวิทยาศาสตร์สู่ประชาชน หรือกลุ่มเป้าหมายให้เข้าใจในวิทยาศาสตร์ว่ามีประโยชน์และโทษอย่างไร มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์แค่ไหน ปลูกฝังและสร้างสำนึกจนเกิดความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่อยู่ใกล้ตัวคนเราก็คือ การที่หมออธิบายผู้ปกครองถึงความจำเป็นของการฉีดวัคซีนในเด็ก การที่หมอให้ความรู้แก่ประชาชนเกี่ยวกับการป้องกันตัวเมื่อเกิดโรคไข้หวัดระบาด การที่กระทรวงสาธารณสุขให้ความรู้ประชาชนเกี่ยวกับกำจัดยุงลายป้องกันไข้เลือดออก เรื่องต่างๆ เหล่านี้ คือการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่มานานในสังคมไทย เนื่องจากหมอหรือเจ้าหน้าที่กระทรวงสาธารณสุขนั้นทำงานใกล้ชิดกับประชาชนและจำเป็นต้องสื่อสารองค์ความรู้ที่จำเป็นทางด้านสาธารณสุขแก่ประชาชน (ปฐมสุดา อินทุประภา, 2562) หรือข่าวประเภท “ความเชื่อ” ต่างๆ เช่น ข่าวการพบต้นไม้ประหลาดออกกิ่งก้านมีรูปร่างคล้ายพญานาค ข่าวการพบสัตว์แปลกๆ ที่มีรูปร่างหรือพฤติกรรมผิดไปจากธรรมชาติ หรือข่าวที่เกิดปรากฏการณ์ประหลาดต่างๆ ที่ดูน่าอัศจรรย์ราวกับมือภินิหาร ซึ่งก็สร้างความน่าเชื่อถือ ความศรัทธา ให้ประชาชนพากันไปกราบไหว้หรือขอหวยกันเป็นจำนวนมาก (จุมพล เหมะคีรินทร์, 2557) เหตุการณ์ต่างๆเหล่านั้นแสดงให้เห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสื่อสารนั้นมีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิต และใกล้ตัวคนเรามากเพียงใด เนื่องจากความเป็นวิทยาศาสตร์นั้นจะสนับสนุนให้การสื่อสารเป็นไปอย่างมีเหตุผลและมีประสิทธิภาพมากขึ้น เพราะการมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ กระบวนการวิทยาศาสตร์ และการมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องจะช่วยให้การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างมีคุณภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545) ยิ่งปัจจุบันที่เทคโนโลยีและสื่อออนไลน์พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว นักเรียนไทยก็ควรมีความคิดที่ขั้นสูง และสื่อสารที่ชัดเจน ดังเช่นหนังสือ New Division of Labor ที่กล่าวถึงทักษะที่จะมีความสำคัญในอนาคต คือทักษะที่เรียกว่า การคิดแบบผู้เชี่ยวชาญ และการสื่อสารที่ซับซ้อน ทักษะเหล่านี้ เทคโนโลยีไม่สามารถมาแทนได้ แต่ความเป็นจริงนั้นนักเรียนไทยกลับมีปัญหาในเรื่องของการสื่อสารและการทำงานร่วมกับผู้อื่น คือมีปัญหาในเรื่องของการสื่อสารแบ่งงาน และไม่มีการแลกเปลี่ยนความรู้กัน ทำให้ชิ้นงานที่ออกมาไม่ประสบความสำเร็จ อีกทั้งนักเรียนไม่สามารถชี้ประเด็นสำคัญหรือสรุปใจความระหว่างการนำเสนอหน้าชั้นเรียนได้ (วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง, 2558) โดยเฉพาะการอธิบายเหตุผล หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ก็ไม่สามารถสื่อสารเป็นคำพูด หรือเขียนให้ผู้รับสารเข้าใจได้ ประเทศไทยของเราจึงเริ่มนับเป็นประเทศที่มีการเคลื่อนไหวเข้าสู่ยุคของการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการขับเคลื่อนประเทศ เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชากรในประเทศให้ดีขึ้น ดังนั้นจึงทำให้มีการวิจัยและการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และการเกิดองค์ความรู้ใหม่ๆ เหล่านั้นจะส่งผลให้ข้อมูลข่าวสารถูกเผยแพร่ผ่าน

ช่องทางต่างๆ สู่ประชาชน อาจทำให้เกิดความสับสนในข้อเท็จจริง เนื่องจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่เข้าใจได้ยาก อาจส่งผลให้เกิดความไม่เชื่อมั่น การวิเคราะห์ไปในแนวทางต่างกัน และไม่สนใจรับรู้ข้อมูลข่าวสารทางด้านวิทยาศาสตร์อีกต่อไป ด้วยเหตุนี้นักสื่อสารวิทยาศาสตร์จึงเริ่มเข้ามามีบทบาทเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากจะเข้ามาทำหน้าที่เป็นกลไกสำคัญในการเผยแพร่ และสื่อสารองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ถูกต้องให้แก่สาธารณชน การปลูกฝังหรือสร้างนักสื่อสารวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะกลุ่มเยาวชนไทยผู้มีอัจฉริยะภาพทางด้านการสื่อสารซึ่งอยู่ในยุคการขยายของสังคมออนไลน์ จะเข้ามาเป็นกลไกสำคัญในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ให้เพิ่มขึ้น (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2560)

ผู้วิจัยตระหนักเห็นถึงความสำคัญของทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์จึงได้ทำการสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารในประเด็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ขณะการอภิปรายภายในกลุ่ม และการนำเสนอหน้าชั้นเรียนของโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงราย พบว่านักเรียนมักท่องจำบทพูดขณะนำเสนอ ขาดความเข้าใจในเนื้อหา และไม่สามารถชี้ประเด็นสำคัญในขณะนำเสนอได้ อีกทั้งยังขาดทักษะในการตั้งคำถามและไม่สามารถสื่อสารตอบคำถามได้อย่างชัดเจน รวมถึงขณะทำงานกลุ่มก็มักมีปัญหาในการสื่อสารงาน ปรึกษาหรือแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ นอกจากนั้นนักเรียนส่วนใหญ่เป็นกลุ่มชาติพันธุ์ ประกอบด้วย ชาวไทยใหญ่ อาข่า ลื้อ ลีซอ พม่า คนจีน เป็นต้น ซึ่งความหลากหลายของเชื้อชาติ วัฒนธรรมและภาษายิ่งเป็นการยากต่อการสื่อสารไม่ว่าจะเป็นภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม หลายครั้งที่นักเรียนมีปัญหาระหว่างการทำงานหรือใช้ระยะเวลานานกับการชี้แจงรายละเอียดของงานหรือเนื้อหา ส่วนใหญ่มักเกิดจากที่นักเรียนใช้ภาษาประจำชาติพันธ์จนเคยชิน ส่งผลให้เกิดการสื่อสารที่ไม่ตรงกัน หรือไม่เข้าใจสารที่ผู้ส่งสารพยายามอธิบาย ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญต่อการทำงานและเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก หากนักเรียนได้รับการพัฒนาในด้านนี้จะส่งผลต่อความเข้าใจในเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์และพัฒนาความสามารถเพื่อดำรงอยู่ในยุคที่เต็มไปด้วยการสื่อสารรูปแบบต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์จากงานวิจัยของคุณ Ornit Spektor-Levy ที่ได้ทำการจัดการเรียนรู้ตามโปรแกรม the Gatsby Science Enhancement Programme (SEP) เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ทักษะ โดยได้ยึดกระบวนการของทักษะทั้งหมดมาจาก Learning Skills for Post-16 Sciences หลักสูตรของประเทศสหราชอาณาจักร ดังนี้ ทักษะการเข้าถึงข้อมูล (Information retrieval) ที่หลากหลาย ถึงแม้ว่าการหาข้อมูลในอินเตอร์เน็ตจะเป็นเรื่องง่าย แต่นักเรียนควรมีการค้นคว้าจากในหนังสือ หรือตำราต่างๆที่มีความน่าเชื่อถือด้วย ทักษะการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific reading) เป็นการอ่านข้อมูล หรือวรรณกรรมทางวิทยาศาสตร์ความท้าทายเมื่ออ่านบทความวิจัยและบทความมักจะมีการสันนิษฐานจากความรู้เดิมด้วยเช่นกัน ทักษะการฟังและการสังเกต (Listening and observing) เกี่ยวข้องกับการฟังอย่างกระตือรือร้น

สังเกตการณ์สรุปและจดบันทึก การคิดเชิงวิพากษ์การถามคำถามที่เน้นและการคิดจากมุมมองที่ต่างกัน ทักษะการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific writing) เป็นการพัฒนากิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเขียนรายงานปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้ ทักษะการสร้างตัวแทนภาพ(Visual representation) คือการที่นักเรียนสามารถประมวลข้อมูลหรือสิ่งที่ค้นพบออกมาในลักษณะของภาพ ซึ่งการแสดงของภาพเป็นการเชื่อมโยงข้อมูลกับตรรกะความคิด สามารถช่วยให้เข้าใจข้อความที่ต้องใช้การคิดที่ซับซ้อน ลึกซึ้ง และเป็นนามธรรมมากขึ้น และทักษะการนำเสนอความรู้ความเข้าใจ (Knowledge presentation) การนำเสนอข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ผ่านสื่อต่างๆเพื่อสร้างความเข้าใจแก่บุคคลอื่น (สถาบันวิทยาศาสตร์ไวส์มันน์, 2008)

เมื่อผู้วิจัยเล็งเห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนจึงได้นำเอาปัญหาเหล่านั้นมาวิเคราะห์ถึงสาเหตุ พบว่า การที่นักเรียนไม่มีทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และการขาดความเข้าใจในเนื้อหารายวิชาชีววิทยานั้น เกิดจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนที่ไม่ได้เน้นในกระบวนการปฏิบัติที่ก่อให้เกิดทักษะต่างๆ อีกทั้งมีการนำสื่อรูปภาพ วิดีโอ หรือของจริงมาให้นักเรียนได้ศึกษาน้อยเกินไป ซึ่งลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบเดิมของครูผู้สอนนั้น คือการเน้นในเรื่องของการบรรยายมากจนเกินไป โดยการจัดการเรียนรู้แบบการบรรยายนั้นเป็นกระบวนการที่ผู้สอนมักใช้สำหรับช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยการเตรียมเนื้อหาสาระ แล้วบรรยาย คือ การพูด การบอก การเล่า การอธิบายเนื้อหาสาระหรือสิ่งที่ต้องการสอนแก่ผู้เรียน ให้ผู้เรียนซักถามแล้วประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยวิธีการอย่างใด อย่างหนึ่ง (ทิศนา แขมมณี, 2544) จุดเด่นของการสอนแบบนี้ จะเหมาะกับรายวิชาที่มีเนื้อหายุ่งยากและซับซ้อน ผู้เรียนได้ฟังบรรยายแล้วจะเข้าใจง่ายกว่าไปศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ซึ่งต้องใช้ระยะเวลานานมากกว่า และอาจไม่เข้าใจในเนื้อหา รายวิชาชีววิทยานั้นก็มีปริมาณเนื้อหาที่ค่อนข้างมาก อีกทั้งระยะเวลาการสอนในชั้นเรียนที่ค่อนข้างจำกัด ทำให้ครูผู้สอนนิยมนำวิธีการสอนแบบบรรยายไปใช้กับนักเรียน แต่วิธีการสอนนี้ไม่เอื้อต่อการคิดวิเคราะห์ และสังเคราะห์ซึ่งเป็นความสามารถทางปัญญาชั้นสูง และยังส่งผลถึงบทบาทของผู้เรียนที่มีน้อยเกินไป จึงทำให้ผู้เรียนขาดความสนใจในการบรรยาย และไม่สามารถสนองตอบความต้องการและความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ (วนิช บรรจง, 2519) ผู้วิจัยจึงเกิดความคิดที่จะนำทฤษฎีการสอนหรือวิธีการสอนอื่นๆมาปรับใช้กับนักเรียน เพื่อหวังพัฒนาทักษะการเรียนรู้และทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบ เทคนิคหรือวิธีการสอนอย่างต่อเนื่อง เพื่อต้องการพัฒนานักเรียนให้มีประสิทธิภาพทั้งในการคิด การทำงาน และการสื่อสาร ตัวผู้เรียนเองนั้นก็มีบทบาทมากขึ้นในการเรียนรู้เช่นเดียวกัน ส่วนครูผู้สอนก็ลดความสำคัญเปลี่ยนบทบาทเป็นเพียงผู้ช่วยหรือที่ปรึกษาเท่านั้น อีกทั้งห้องเรียนต่างๆเริ่มให้อิสระในการตัดสินใจกับผู้เรียนมากขึ้น และสนับสนุนให้มีการช่วยเหลือและมีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนความคิดกัน ทำให้การ

สื่อสารเกิดขึ้นทั้งการสนทนาภายในกลุ่ม หรือการอภิปรายความรู้ระหว่างกลุ่ม ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ที่มีกระบวนการทั้งการสื่อสารระหว่างกันและการช่วยเหลือในการสร้างองค์ความรู้ขึ้นมาใหม่ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม คุณประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (มปป. : 1-2) กลาววา ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม (constructivism) เปนแนวคิดที่เนนความสำคัญของตัวผู้เรียน ใหผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู (student-centered learning) โดย ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึมอธิบายถึงการเรียนรูวาเป็นกระบวนการภายในตัวบุคคล ซึ่งพัฒนาความเขาใจเกี่ยวกับเรื่องบทเรียน หรือประสบการณ์ที่ศึกษาขึ้นด้วยตัวเองมากกวาที่จะรับความเข้าใจที่สำเร็จรูปจากการสอนหรือการถ่ายทอดจากผู้อื่น และบุคคลจะเกิดการเรียนรูใหม่ๆได้ขึ้นอยู่กับประสบการณเดิมของผู้เรียน และจะเรียนรูได้ง่ายขึ้นถามีบรรยากาศของการทำงานและปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างผู้เรียน และได้เห็นปัญหาในลักษณะรูปธรรมตามสถานการณจริง (ยุรวัฒน คลายมงคล, 2542) โดยเงื่อนไขการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของตามกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสซึม (Constructivism) Bednar et.al. (1995) ได้เสนอแนะเอาไว้ดังนี้ 1) การสร้างการเรียนรู้ (Learning constructed) ความรู้ต่างๆ จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง จากประสบการณ์ โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ร่วมกับข้อมูลหรือความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว 2) การเรียนรู้เป็นผลที่เกิดจากการแปลความหมายตามประสบการณ์ของแต่ละคน 3) การเรียนรู้เกิดจากการลงมือกระทำ (Active learning) 4) การเรียนรู้ที่เกิดจากการร่วมมือ (Collaborative learning) ความหมายในการเรียนรู้ เป็นการต่อรองจากแนวคิดที่หลากหลาย การพัฒนาความคิดรวบยอดของตนเองได้มาจากการร่วมแบ่งปันแนวคิดที่หลากหลายในกลุ่มและในขณะเดียวกันก็ปรับเปลี่ยนการสร้างสิ่งที่แทนความรู้ในสมอง (Knowledge representation) ที่สนองตอบต่อแนวคิดที่หลากหลายนั้น หรืออาจกล่าวได้ว่าในขณะที่มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยการอภิปราย เสนอความคิดเห็นที่หลากหลายของแต่ละคน ผู้เรียนจะมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างความรู้ของตนด้วย และสร้างความหมายของตนเองขึ้นมาใหม่ และ 5) การเรียนรู้ที่เหมาะสม (Situated learning) การเรียนรู้ควรเกิดขึ้นในสภาพจริง หรือต้องเหมาะสมหรือสะท้อนบริบทของสภาพจริง จะนำไปสู่การเชื่อมโยงความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน (อนุชา โสมาบุตร, 2561)

กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสซึม เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างมากกว่าการรับความรู้ ดังนั้นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้จะสนับสนุนการสร้างมากกว่าความพยายามในการรับการถ่ายทอดความรู้ กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสซึม จะมุ่งเน้นการสร้างความรู้ใหม่อย่างเหมาะสมของแต่ละบุคคล และเชื่อว่าสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญในการสร้างความหมายตามความเป็นจริง (Duffy and Cunningham, 1996) โดยรูปแบบหรือวิธีการสอนตามทฤษฎีคอนสรัคติวิสซึม มีอยู่หลากหลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบก็มีความเหมาะสมสำหรับการประยุกต์ไปใช้กับเนื้อหาและบริบทในห้องเรียนที่แตกต่างกันออกไป โดยผู้วิจัยจะยกวิธีการสอนตามทฤษฎีคอนสรัคติวิสซึมมาเป็นตัวอย่างประมาณ 4-5 วิธี ดังนี้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain Based Learning, BBL) หมายถึง การ

เรียนรู้ที่ใช้โครงสร้างและหน้าที่ของสมองเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ โดยไม่สกัดกั้นการทำงานของสมอง แต่เป็นการส่งเสริมให้สมองได้ปฏิบัติหน้าที่ให้สมบูรณ์ที่สุด ภายใต้แนวคิดที่ว่าทุกคนสามารถเรียนรู้ได้ ทุกคนมีสมองพร้อมที่จะทำเรียนรู้มาตั้งแต่ ต่อมาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem base learning) เป็นการมุ่งสร้างประสบการณ์ตรง จึงเน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ฝึกทักษะการคิด เผชิญสถานการณ์ปัญหา วางแผนการเรียนรู้ และตรวจสอบกำกับการเรียนรู้ และนอกจากนี้ PBL ยังช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้กับผู้เรียนได้อีกด้วยอาจกล่าวได้ว่า “ภาระงานที่ท้าท้าย ช่วยสร้างทักษะการคิดและแก้ปัญหาได้ดี”ดังนั้น การเรียนรู้ด้วย PBL จึงเป็น “การใช้ปัญหาทำให้เกิดปัญญา” (ประวิต เอราวรรณ์, 2560) นอกจากนั้นยังมีวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีสืบสอบความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน หรือเป็นวิธีสอนที่ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจะค้นพบความรู้หรือแนวทางที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ในชีวิตประจำวันได้หรือเป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเองให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหา (สสวท., 2546) และสุดท้ายที่จะนำมายกตัวอย่าง คือการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือ (Cooperative – based learning) เป็นวิธีการสอนที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน เน้นการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน สมาชิกในกลุ่มจะมีความสามารถแตกต่างกัน ส่งเสริมผู้เรียนให้รู้จักช่วยเหลือกัน คนที่เก่งกว่าจะช่วยเหลือคนที่อ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มจะต้องร่วมกันรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม เพราะยึดตามแนวคิดที่ว่า ความสำเร็จของสมาชิกทุกคนจะรวมเป็นความสำเร็จของกลุ่ม (สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ, 2554)

“สัญศาสตร์” หรือ “สัญวิทยา” มาจากคำว่า Semiotics และ Semiology ทั้งสอง คำนี้มาจากรากศัพท์ภาษากรีกคำเดียวกัน คือ Semeion ที่แปลว่า Sign หรือ สัญญะ โดยทั่วไป มีความหมายถึง สิ่งที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้มีความหมาย (Meaning) แทนของจริง (Object) ในตัวบท (Text) และในตัวบริบท(Context) หนึ่งๆ สิ่งที่นำมาใช้เป็นสัญญะนั้น อาจจะเป็นวัตถุสิ่งของ หรืออาจเป็นรูปภาพ และสัญญะที่เรารู้จักกันมากที่สุดก็คือ ภาษา (ปรวรรณ ดวงรัตน์, 2557) หรืออาจกล่าวได้ว่า สัญศาสตร์ (semiotics) เป็นศาสตร์ว่าด้วยความหมาย เป็นการศึกษาว่า “สิ่งแทนความ” (representation) อาจก่อให้เกิดความหมายได้อย่างไร เป็นการศึกษาถึงกระบวนการที่ทำให้เรา “เข้าใจความหมาย” ของสิ่งใดๆ (comprehend meanings) หรือกระบวนการที่เรา “ให้ความหมาย” แก่สิ่งใดๆ (attribute meanings). หากพิจารณาสัญศาสตร์อย่างสัมพันธ์กับ ภาพ

(visual images) ระบบสัญลักษณ์ (symbolism) หรือขยายกรอบการพิจารณาออกไปถึงทัศนธรรม (visual culture) และวัตถุธรรม (material culture) (เถกิง พัฒโนภาษ,2551) ซึ่งเหมาะกับการใช้ร่วมกับการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา ที่มีกระบวนการทำงานของร่างกายที่ไม่อาจเห็นการทำงานของมันได้ด้วยตาเปล่า เช่น การแบ่งเซลล์ การสังเคราะห์ด้วยแสง การจำลองโครโมโซม เป็นต้น การใช้ศาสตร์ของการการแทนความหมายจึงช่วยในการเพิ่มความเข้าใจในการเรียนรู้ อีกทั้งเมื่อผู้เรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ของความรู้ ก็จะสามารถสื่อสารออกมาได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง นอกจากนี้ยังมีนักวิจัยหลายท่านได้นำสัญศาสตร์มาศึกษาในบริบทของชีววิทยา หรือ Biosemiotics ซึ่งจะเป็นการมุ่งเน้นการตีความในเรื่องของการสื่อสารและดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เป็นการบูรณการระหว่างสาขาของสัญศาสตร์และชีววิทยาที่ศึกษาเกี่ยวกับความหมายเบื้องต้น และการตีความสัญลักษณ์และรหัสในทางชีววิทยา Biosemiotics คือ การค้นพบของชีววิทยาและสัญศาสตร์และเสนอการเปลี่ยนกระบวนทัศน์ในมุมมองทางวิทยาศาสตร์ของชีวิต โดยเริ่มต้นมาจากการศึกษาเกี่ยวกับพันธุกรรม (Alexei Sharov, 1997)

ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจะนำมาใช้เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึมที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน ขั้นที่ 3 ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน และขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้ โดยประยุกต์มาจากทฤษฎีคอนสตรัคติ-วิสและการสร้างสัญศาสตร์ โดยที่องค์ประกอบของขั้นตอนนั้นมีการประยุกต์ขั้นเตรียมสมองจากวิธีการสอนแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ขั้นการสร้างความรู้พื้นฐาน เป็นกระบวนการพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิส ขั้นปฏิบัติการกลุ่ม ปรับมาจากกระบวนการการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ขั้นที่สี่ ขั้นสร้างผลงาน เป็นขั้นที่ได้ประยุกต์นำกระบวนการสร้างสัญศาสตร์ หรือการสร้างความหมาย หรือตัวแทนของความคิดในหลากหลายรูปแบบ เช่น ภาษารูปภาพ สัญลักษณ์ หรือท่าทาง เป็นต้น และขั้นตอนสุดท้ายขั้นการนำเสนอความรู้ ก็นำหนึ่งในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้

เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรน่า 19 ในปัจจุบันทำให้กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องมีการปรับให้เหมาะสมกับคำแนะนำจากทางสถาบันการแพทย์ คือ ลดการสัมผัสสิ่งต่าง ๆ ให้มากที่สุดหรือหากจำเป็นต้องสัมผัสรีบล้างมือให้สะอาดทันที สวมหน้ากากอนามัยตลอดเวลา พกแอลกอฮอล์เจลติดตัวไว้สำหรับล้างมือบ่อย ๆ และเว้นระยะห่างระหว่างบุคคลอย่างน้อย 1-2 เมตร (โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย, 2564) ส่งผลให้งานวิจัยนี้ปรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้มีทั้งรูปแบบออนไลน์และออนไซต์ ตามสถานการณ์รอบตัว ซึ่งทฤษฎีการ

จัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสซึม ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้ ว่าด้วยการสร้างองค์ความรู้ขึ้นมาใหม่จากความรู้เดิม โดยแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เริ่มจากกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ให้กำลังใจเพื่อนักเรียนมีความพร้อมในการเรียนรู้ จากนั้นให้ความรู้แก่นักเรียนเพื่อเป็นพื้นฐานก่อนจะลงมือทำกิจกรรม โดยที่การลงมือทำกิจกรรมจะนำเนินในลักษณะกิจกรรมกลุ่ม ให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน รู้จักการวางแผนและการรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง ส่วนในขั้นการทำกิจกรรมนั้นจะให้นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง และให้มีการอภิปรายภายในกลุ่มของตน แล้วค่อยนำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้มานำเสนอหน้าชั้นเรียนหรือผ่านวิดีโอ ลักษณะวิธีการสอนที่กล่าวมาจำเป็นต้องอาศัยสัญศาสตร์เข้ามาผนวกกับกิจกรรมด้วย เพื่อดูความเข้าใจและการสื่อสารในสิ่งที่เรียนออกมาในลักษณะของรูปวาด สัญลักษณ์ หรือภาษา ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้จะเป็นตัวช่วยในครูผู้สอนและนักเรียนมีความเข้าใจกันมากขึ้น และสามารถนำมาประยุกต์สอนกับเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การทำงานของเซลล์ได้ เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมและไม่อาจมองเห็นด้วยตาเปล่า ทั้งเรื่องของการหายใจระดับเซลล์ การสื่อสารระหว่างเซลล์ เป็นต้น และต้องการให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเองโดยการออกแบบในเชิงสัญศาสตร์ และมีทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกัน โดยได้ทำการศึกษากับนักเรียนชาติพันธุ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยคาดหวังให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและสามารถนำความรู้ที่มีสื่อสารส่งต่อไปยังบุคคลอื่นๆได้อีกด้วย

จุดประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการทำงานของเซลล์

2. เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การทำงานของเซลล์

คำถามวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ควรเป็นอย่างไร

2. นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เมื่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เรื่อง การทำงานของเซลล์ หรือหรือไม่ อย่างไร

ขอบเขตของงานวิจัย

ผู้ร่วมวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในอำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย จำนวน 25 คน โดยใช้วิธีเลือกอย่างเจาะจง (Purposive sampling)

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ว31241 ชีววิทยา1 เรื่อง การทำงานของเซลล์

ตัวแปรศึกษา

1. ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์

2. การเรียนรู้แบบสัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม

ระยะเวลาในการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แผนการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผนการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องโครงสร้างของเซลล์ จำนวน 4 คาบเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ จำนวน 4 คาบเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ จำนวน 6 คาบเรียน และแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการแบ่งเซลล์ จำนวน 6 คาบเรียน รวมทั้งหมด 20 คาบ เป็นระยะเวลาทั้งหมด 6 สัปดาห์ ดำเนินวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม หมายถึง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ (student-centered learnning) โดยเน้นกระบวนการภายในตัวบุคคล ซึ่งพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องบทเรียน หรือประสบการณ์ที่ศึกษาขึ้นด้วยตัวเองมากกว่าที่จะรับความเข้าใจที่สำเร็จรูปจากการสอนหรือการถ่ายทอดจากผู้อื่น และบุคคลจะเกิดการเรียนรู้ใหม่ๆได้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน และจะเรียนรู้ได้ง่ายขึ้นถ้ามีบรรยากาศของการทำงานและปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างผู้เรียน และได้เห็นปัญหาในลักษณะรูปธรรมตามสถานการณ์จริง โดยเป็นการสร้างองค์ความรู้ใหม่ในรูปแบบของการสร้างความหมาย หรือตัวแทนของความคิดในหลากหลายรูปแบบ เช่น ภาษา รูปภาพ สัญลักษณ์ หรือท่าทาง เป็นต้น ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ขั้นเตรียมสมอง เป็นขั้นที่ครูผู้สอนจะให้กำลังใจหรือกระตุ้นผู้เรียนด้วยการอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากบทความทางวิทยาศาสตร์ และเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่กำลังจะศึกษา อีกทั้งชี้แจงจุดประสงค์และรูปแบบการสอนในคาบเรียนให้ชัดเจน

2) ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน นักเรียนศึกษาเรียนรู้มโนทัศน์เบื้องต้นหรือภาพรวมของเนื้อหาเรื่องการทำงานของเซลล์ อย่างคร่าวๆ จากคลิปวิดีโอ ผังมโนทัศน์ หรือรูปภาพ ซึ่งเป็นการให้ความรู้เบื้องต้นก่อนที่จะให้นักเรียนทำกิจกรรม โดยครูผู้สอนจะคอยตั้งคำถาม กระตุ้นให้นักเรียนสนใจในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ และสามารถจดบันทึกสรุปความรู้พื้นฐานตามความเข้าใจของตนเองได้ เพราะความรู้พื้นฐานจะนำไปสู่การเรียนรู้ของนักเรียนในกิจกรรมที่ต้องลงมือปฏิบัติ ดังนั้น ครูจึงต้องแนะแนวทางหรืออธิบายเนื้อหาคร่าวๆ เพื่อให้เด็กเกิดความเข้าใจในเนื้อหาเบื้องต้น

3) ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม นักเรียนจัดกลุ่มเพื่อทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย โดยมีการสื่อสารแลกเปลี่ยนความคิด และวางแผนหน้าที่ที่รับผิดชอบในกลุ่มของตน จากนั้นทำการปฏิบัติ และเขียนรายงานเชิงวิทยาศาสตร์

4) ขั้นสร้างผลงาน นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างสรรค์ผลงานในรูปแบบของสัญลักษณ์ ภาพวาด หรือแผนผังภาพ โดยเป็นการนำเอาองค์ความรู้ที่นักเรียนได้จากการดูวิดีโอ ศึกษา ค้นคว้า และเรียนรู้ก่อนหน้านี้มาสร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเองในเชิงสัญศาสตร์ โดยผลงานที่นักเรียนสร้างสรรค์ขึ้นคือสิ่งที่แทนความ ที่สะท้อนถึงความเข้าใจในมโนทัศน์ที่เรียนรู้ไป

5) ขั้นนำเสนอความรู้ นักเรียนออกมานำเสนอชิ้นงานหน้าชั้นเรียน หรือผ่านทางวิดีโอ โดยครูผู้สอนจะทำการวัดประเมินอิงการปฏิบัติ (Performance-based assessment) และจะมีการติชมและให้คำแนะนำจากเพื่อนกลุ่มอื่นหลังการนำเสนองานเรียบร้อย

2. ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความคิดหรือแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างการทำกิจกรรม และความสามารถในการถ่ายทอดความรู้หรือการนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้รับสารเข้าใจถึงความสำคัญของสารนั้นๆอย่างถูกต้องและชัดเจน ประกอบด้วย 6 ทักษะ โดยได้ยึดกระบวนการของทักษะทั้งหมดมาจาก Learning Skills for Post-16 Sciences หลักสูตรของประเทศสหราชอาณาจักร ได้แก่

1) ทักษะการเข้าถึงข้อมูล (Information retrieval) เป็นการเข้าถึงข้อมูลที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นหนังสือ อินเตอร์เน็ต หรือบทความต่างๆ โดยข้อมูลเหล่านั้นควรง่ายต่อการค้นคว้า และต้องมีความน่าเชื่อถือของข้อมูล

2) ทักษะการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific reading) เป็นการอ่านข้อมูล หรือวรรณกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยสร้างความท้าทายให้นักเรียนเมื่ออ่านบทความวิจัยและบทความมักจะมีการสันนิษฐานจากความรู้เดิมด้วย

3) ทักษะการฟังและการสังเกต (Listening and observing) เกี่ยวข้องกับการฟังอย่างกระตือรือร้นสังเกตการณ์สรุปและจดบันทึก การคิดเชิงวิพากษ์การถามคำถามที่เน้นและการคิดจากมุมมองที่ต่างกัน

4) ทักษะการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific writing) เป็นการพัฒนากิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความเข้าใจในการเรียนรู้และให้นักเรียนสามารถเขียนรายงานปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

5) ทักษะการสร้างตัวแทนภาพ (Visual representation) คือการที่นักเรียนสามารถประมวลข้อมูลหรือสิ่งที่ค้นพบออกมาในลักษณะของภาพ ซึ่งการแสดงของภาพเป็นการเชื่อมโยงข้อมูลกับตรรกะความคิด สามารถช่วยให้เข้าใจข้อความที่ต้องใช้การคิดที่ซับซ้อน ลึกซึ้ง และเป็นนามธรรมมากขึ้น

6) ทักษะการนำเสนอความรู้ความเข้าใจ (Knowledge presentation) การนำเสนอข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ผ่านสื่อต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นภาพ โมเดล หรือวิดีโอเพื่อสร้างความเข้าใจแก่บุคคลอื่น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ตัวอย่างแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เรื่อง การทำงานของเซลล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. ได้ทราบถึงแนวทางการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เรื่อง การทำงานของเซลล์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยปฏิบัติการเชิงคุณภาพ เรื่อง การประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิส เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรน่า 2019 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอรายละเอียดตามลำดับต่างๆ ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
    - 1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
    - 1.2 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
2. ทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสซึม
    - 2.1 ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม
    - 2.2 ลักษณะสำคัญของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึมซึม
    - 2.3 รูปแบบการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม
    - 2.4 บทบาทของครูตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม
    - 2.5 บทบาทของนักเรียนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม
3. สัญศาสตร์ทางชีววิทยา
    - 3.1 ความหมายของสัญศาสตร์
    - 3.2 ลักษณะสำคัญของสัญศาสตร์
    - 3.3 สัญศาสตร์ในบริบทของชีววิทยา
4. การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (Science comminication)
    - 4.1 ความสำคัญของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์
    - 4.2 ความหมายของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์
    - 4.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์
    - 4.4 แนวทางการวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    - 5.1 งานวิจัยภายในประเทศ
    - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาชีววิทยา ในเรื่องการทำงานของเซลล์ ซึ่งเนื้อหามีสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง 1 สาระการเรียนรู้ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีววิทยา มาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.2 ดังนี้

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

งานวิจัยนี้ เป็นการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม รายวิชา ว32141 ชีววิทยา 1 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความสอดคล้องกับสาระชีววิทยา 1. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือสารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตกล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์ และตรงกับผลการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในผลการเรียนรู้ดังนี้

11. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

12. สืบค้นข้อมูล อธิบายและระบุชนิดและหน้าที่ของออร์แกเนลล์

13. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของนิวเคลียส

14. อธิบาย และเปรียบเทียบการแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ต

15. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนภาพการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่ออกจากเซลล์ด้วยกระบวกการเอกโซไซโทซิสและการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่เข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิส

16. สังเกตการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและไมโอซิสจากตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์พร้อมทั้งอธิบายและเปรียบเทียบการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส และไมโอซิส

17. อธิบาย เปรียบเทียบ และสรุปขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอ และการภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมดังนี้

• เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิตโครงสร้างพื้นฐานของเซลล์ประกอบด้วยส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส

• ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ที่พบในเซลล์ทุกชนิดคือเยื่อหุ้มเซลล์ แต่ในแบคทีเรีย สาหร่าย ฟังไจ และพืชจะมีผนังเซลล์เป็นส่วนห่อหุ้มเซลล์เพิ่มเติมขึ้นมาอีกชั้นหนึ่ง

• โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยโมเลกุลของฟอสโฟลิพิดเรียงเป็นสองชั้น และมีโปรตีนแทรกหรืออยู่ที่ผิวทั้งสองด้านของฟอสโฟลิพิด

• ไซโทพลาซึมอยู่ภายในเยื่อหุ้มเซลล์ ประกอบด้วยไซโทซอลและออร์แกเนลล์

• นิวเคลียสเป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของเซลล์ยูคาริโอต ประกอบด้วยเยื่อหุ้ม ซึ่งภายในมี DNA RNA และโปรตีนบางชนิด

• สารต่าง ๆ มีการเคลื่อนที่เข้าและออกจากเซลล์อยู่ตลอดเวลาโดยกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต แอกทีฟทรานสปอร์ต กระบวนการเอกโซไซโทซิส กระบวนการเอนโดไซโทซิส

• แก๊สต่างๆเข้าหรือออกจากเซลล์โดยการแพร่ส่วนน้ำเข้าหรือออกจากเซลล์ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยออสโมซิส

• ไอออนและสารบางอย่างที่ไม่สามารถลำเลียงผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรงได้ จำเป็นต้องอาศัยโปรตีนที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์เป็นตัวพาสารนั้นเข้าและออกจากเซลล์ เรียกว่า การแพร่แบบฟาซิลิเทต

• แอกทีฟทรานสปอร์ต เป็นการลำเลียงสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง

• สารบางอย่างที่ไม่สามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์หรือลำเลียงผ่านโปรตีนที่เป็นตัวพาได้จะถูกลำเลียงออกจากเซลล์ ด้วยกระบวนการเอกโซไซโทซิส

• สารที่มีขนาดใหญ่จะสามารถลำเลียงเข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิส ซึ่งแบ่งเป็น ๓ แบบ ได้แก่ พิโนไซโทซิส ฟาโกไซโทซิส และการนำสารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ

• การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเป็นการเพิ่มจำนวนเซลล์ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกันเป็นวัฏจักร โดยวัฏจักรของเซลล์ ประกอบด้วยอินเตอร์เฟส การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและการแบ่งไซโทพลาซึม

• การแบ่งนิวเคลียสมี 2 แบบ คือ การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิส

• การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส ประกอบด้วยระยะโพรเฟส เมทาเฟส แอนาเฟส และเทโลเฟส

• การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสประกอบด้วยระยะโพรเฟส I เมทาเฟส I แอนาเฟส Iเทโลเฟส I ระยะโพรเฟส II เมทาเฟส II แอนาเฟส II และเทโลเฟส II

• การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสทำให้เซลล์ร่างกายเพิ่มจำนวนเพื่อการเจริญเติบโต และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอหรือถูกทำลายไปได้ ส่วนการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์

• การแบ่งไซโทพลาซึมในเซลล์พืชจะมีการสร้างแผ่นกั้นเซลล์และเซลล์สัตว์จะมีการคอดเว้าเข้าหากันของเยื่อหุ้มเซลล์

• การหายใจระดับเซลล์เป็นการสลายสารอาหารที่มีพลังงานสูง โดยมีออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ไกลโคลิซิส วัฏจักรเครบส์ และกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน

• การหายใจระดับเซลล์ พลังงานส่วนใหญ่ได้จากขั้นตอนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน พลังงานนี้จะถูกเก็บไว้ในพันธะเคมีในโมเลกุลของ ATP

• ในภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ ทำให้การหายใจของเซลล์ไม่สมบูรณ์ จึงเกิดได้เฉพาะไกลโคลิซิสผลที่ได้จากการหายใจในสภาวะนี้ในสัตว์จะได้กรดแลกติก ในจุลินทรีย์และพืชอาจได้กรดแลกติก หรือเอทิลแอลกอฮอล

ทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสซึม

1. ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม เป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างความรู้ เน้นการศึกษาปัจจัย ภายในนั่นคือ สิ่งเร้า ซึ่งได้แก่ ความรู้ความเข้าใจ หรือกระบวนการรู้คิด กระบวนการคิด (Cognitive Processes) ที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ จากผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยภายใน มีส่วนช่วย ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และความรู้เดิมมีส่วนเกี่ยวข้องและเสริมสร้างความเข้าใจของ นักเรียน แนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม หรือเรียกชื่อแตกต่างกันไป ได้แก่ ทฤษฎีสร้างสรรค์ ความรู้นิยม หรือทฤษฎีการสร้างความรู้

กลุ่มทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างมากกว่ารับ ความรู้ดังนั้น เป้าหมายของการสอน จะสนับสนุนกระบวนการสร้างมากกว่าการรับรู้ ดังนั้น เป้าหมายของการสอนจะสนับสนุนการสร้างมากกว่าความพยายามในการถ่ายทอดความรู้ จึงได้ มุ่งเน้นการสร้างความรู้ใหม่อย่างเหมาะสมของแต่ละบุคคล และสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญใน การสร้างความหมายของ

ความเป็นจริง จากความเชื่อดังกล่าว จึงส่งผลให้แนวทางจัดการเรียน การสอนตามแนวทางคอนสตรัคติวิสซึม เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนลงมือกระทำใน การสร้างความรู้มากกว่า เป็นผู้รับการถ่ายทอดความรู้จากครูผู้สอน

ซึ่งมีนักการศึกษาศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมและได้ออกมาให้ความหมายไว้ ดังนี้

Duffy & Jonassen (1992) กล่าวว่าคอนสตรัคติวิสซึม (Constructivism) เป็นปรัชญาของการเรียนรู้ที่มีรากฐานมาจากปรัชญาและจิตวิทยา โดยมีแก่นของทฤษฎี ก็คือ เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเองและอย่างมีความหมายจากประสบการณ์ ในมุมของ Constructivist การเรียนรู้ (Learning) หมายถึง กระบวนการที่ผู้เรียนสร้างความรู้ขึ้นภายในอย่างมีความหมายโดยการตีความหมาย (interpretation) แตกต่างกันตามประสบการณ์ของแต่ละคนมีอยู่ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โครงสร้างความรู้ (knowledge Structure) ปรับแก้ (modification) ได้ตลอด ความรู้ (knowledge) เกิดได้จากการแปลความหมายของความเป็นจริงในโลก และเข้าไป representation ภายใน

Von glasersfeld (1987) ได้กล่าวถึง คอนสตรัคติวิสซึม (Constructivism) เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้ (theory of knowledge) โดยมีมุมมองว่าเกี่ยวข้องกับหลักการ 2 ประการ ได้แก่ ความรู้ (knowledge) เป็นการกระทำอย่างกระตือรือร้นโดยตัวผู้เรียนเอง ไม่ใช่การที่ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับสารหรือการถ่ายทอดอย่างเดียวจากสิ่งแวดล้อม (Environment) และการรู้จัก (know) เป็นกระบวนการปรับตัว (adaptation) ที่ต้องมีการปรับแก้ (modify) อยู่ตลอดเวลาโดยประสบการณ์ของผู้เรียนเองจากโลก (world) ความเป็นจริง

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2542) ได้กล่าวถึงความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม ไว้ว่า เป็นทฤษฎีที่นำทฤษฎีจิตวิทยา และปรัชญาการศึกษาที่หลากหลายมาปรับประยุกต์ โดยมีเป้าหมายที่จะอธิบายและค้นหาว่า มนุษย์เกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้ได้อย่างไรทฤษฎีนี้จึงมีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนที่เน้นเด็กเป็นศูนย์กลาง"ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้โดยอาศัยประสบการณ์แห่งชีวิตที่ได้รับเพื่อค้นหาความจริง”

สุมาลี ชัยเจริญ (2545) กล่าวว่าคอนสตรัคติวิสซึม เป็นทฤษฎีที่เน้นในเรื่องการสร้าง ความรู้ใหม่โดยเชื่อว่าผู้เรียนมีความรู้เดิมอยู่แล้ว การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัว ผู้เรียน โดยผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ตนพบเห็นกับความรู้ความเข้าใจ เดิมมาก่อน โดยพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ และปรากฏการณ์ที่พบมาสร้างเป็น โครงสร้างทางปัญญา

จากความหมายดังกล่าวจึงสรุปความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม ไว้ว่าเป็นแนวคิดที่เน้นความสำคัญของตัวผู้เรียนให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ (student-centered learnning) โดยเน้นกระบวนการคิด การสร้างองค์ความรู้ ซึ่งพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องบทเรียน

หรือประสบการณที่ศึกษาขึ้นด้วยตัวเองมากกว่าที่จะรับมโนทัศน์ของเนื้อหาจากจากการสอนหรือการส่งต่อสารจากผู้อื่น และแต่ละคนจะเกิดการเรียนรู้ใหม่ๆได้นั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียนและเรียนรู้จากประสบการณ์ใหม่ หากจะเรียนรู้ได้ง่ายขึ้นนั้นต้องมีบรรยากาศของการทำงานที่ดี เกิดปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างผู้เรียน และได้เห็นปัญหาในลักษณะรูปธรรมตามสถานการณ์จริง

2. องค์ประกอบสำคัญของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึมซึม

สุมาลี ชัยเจริญ (2545) กลุ่มคอนสตรัคติวิสซึม (Constructivism) เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างมากกว่าการรับความรู้ดังนั้นเป้าหมายของการสอน จะสนับสนุนการสร้างมากกว่าความพยายามในการถ่ายทอดความรู้ ดังนั้น กลุ่มคอนสตรัคติวิสซึมจะมุ่งเน้นการสร้างความรู้ใหม่อย่างเหมาะสม ของแต่ละบุคคลและสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญในการสร้างความหมายตามความเป็นจริง เป็นวิธีการที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน มีหลักการที่สำคัญว่าการเรียนรู้ต้องมุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือกระทำการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งปรากฏแนวคิดที่แตกต่างกันเกี่ยวกับการสร้างความรู้ หรือการเรียนรู้ ทั้งนี้ เนื่องมาจากแนวคิดที่เป็นรากฐานสำคัญซึ่งปรากฏจากรายงานของนักจิตวิทยาและนักการศึกษา คือ Jean Piaget ชาวสวิส และ Lev Vygotaky ชาวรัสเซีย ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ Cognitive Constructivist และ Social Constructivist มีรายละเอียด ดังนี้

1. Cognitive Constructivist มีรากฐานทางปรัชญาของทฤษฎีมา จากความพยายามที่จะเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ ด้วยกระบวนการที่พิสูจน์อย่างมี เหตุผลเป็นความรู้ที่เกิดจากการไตร่ตรอง ซึ่งถือเป็นปรัชญาปฏิบัตินิยม ประกอบกับรากฐานทางจิตวิทยา การเรียนรู้ที่มีอิทธิพลต่อพื้นฐานแนวคิดนี้ นักจิตวิทยาพัฒนากรชาวสวิส คือ จีน เพียเจตน์ (Jean Piaget) ทฤษฎีของ Piaget จะแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ Ages และ Stages ซึ่งทั้งสององค์ประกอบนี้จะทำนายว่าเด็กจะสามารถหรือไม่สามารถเข้าใจสิ่งหนึ่งสิ่งใดเมื่อมีอายุแตกต่างกันและทฤษฎีเกี่ยวกับด้านพัฒนาการที่จะ อธิบายว่าผู้เรียนจะพัฒนาความสามารถทางการรู้คิด (Cognitive Abilities) ทฤษฎีพัฒนาการที่จะเน้นจุด ดังกล่าว เพราะว่าเป็นพื้นฐานหลักสำหรับวิธีการทาง Cognitive Constructivism ทางด้านการเรียนการ สอนนั้นมี แนวคิดว่ามนุษย์เราต้อง “สร้าง” (Construct) ความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านทางประสบการณ์ ซึ่ง ประสบการณ์เหล่านี้จะกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างโครงสร้างทางปัญญาหรือเรียกว่า สกีมา (Schemas) เมนทอลโมเดล (Mental Model) ในสมอง สกีมาเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Chang) ขยาย (Enlarge) และซับซ้อนขึ้นได้โดยผ่านทางกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และการปรับเปลี่ยน (Accommodation)

2. Social Constructivism เป็นทฤษฎีที่มีรากฐานมาจาก Vygotsky ได้เน้นเกี่ยวกับบริบทการเรียนรู้ทางสังคม (Social Context Learning) ทฤษฎีพุทธิปัญญา ของเพียเจต์ที่ใช้กันมาเป็นพื้นฐาน สำหรับการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Learning) ซึ่งผู้สอนมี บทบาทค่อนข้างจำกัด ส่วน

ทฤษฎีของ Vygotsky เปิดโอกาสให้ครูหรือผู้เรียนที่อาวุโสกว่าแสดงบทบาทใน การเรียนรู้ของผู้เรียน Cognitive Constructivist และ Social Constructivist อาจมีส่วนคล้ายคลึงกัน และแตกต่าง Social Constructivist ของ Vygotsky จะเปิดโอกาสที่จะมีส่วนร่วม และ เกี่ยวข้องกับครูผู้สอนมากกว่าสำหรับทฤษฎีของ Vygotsky ซึ่งเชื่อว่าวัฒนธรรมจะเป็นเครื่องมือทางปัญญาที่จำเป็นสำหรับการพัฒนารูปแบบและคุณภาพของเครื่องมือดังกล่าว ได้มีการกำหนด รูปแบบ และอัตราการพัฒนามากกว่าที่กำหนดไว้ในทฤษฎีของเพียเจต์ โดยเชื่อว่า ผู้ใหญ่ หรือ ผู้ที่มีความอาวุโส เช่น พ่อ แม่ และครู จะเป็นท่อนำสำหรับเครื่องมือทางวัฒนธรรมรวมถึงภาษา เครื่องมือทางวัฒนธรรมเหล่านี้ได้แก่ ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม บริบททางสังคมและภาษาทุกวันนี้ รวมถึงการเข้าถึงข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2541) กล่าวว่า องค์ประกอบการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสซึมประกอบด้วย

1. ผู้เรียนสร้างความหมายของสิ่งที่ได้พบเห็น รับรู้โดยใช้กระบวนการทางปัญญาของตนเองที่เรียนรู้และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างประสาทสัมผัสของผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อมโดยจะใช้ความรู้ความเข้าใจ ที่มีอยู่เดิมในการคาดคะเนเหตุการณ์

2. โครงสร้างทางปัญญา เกิดจากความพยายามทางความคิดหากการใช้ความรู้เดิมคาดคะเนเหตุการณ์ได้ถูกต้อง จะทำให้โครงสร้างทางปัญญามั่นคงยิ่งขึ้นแต่ถ้าหากคาดคะเนไม่ถูกต้องจะเกิดภาวะที่เรียกว่า ภาวะไม่สมดุล (disequilibrium) และเมื่อมีความขัดแย้งเกิดขึ้น ผู้เรียนมีทางเลือก 3 ทางคือ

2.1 ไม่ปรับความคิดในโครงสร้างทางปัญญาของตนเอง

2.2 ปรับความคิดในโครงสร้างทางปัญญาไปในทางที่การคาดเดานั้นให้เป็นไปตามประสบการณ์มากขึ้น

2.3 ไม่สนใจที่จะทำความเข้าใจ

3. วิธีการสอน (Methods of Instruction) วิธีการสอนถือว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

3.1 การใช้สื่อต่างๆเป็นเครื่องมือในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

3.2 การฝึกฝนทางปัญญา (Cognitive Apprenticeships) การที่ผู้เรียนสามารถเข้า ร่วมกิจกรรมได้อย่างแท้จริง ได้ลงมือกระทำจริงๆ ถือได้ว่าเป็นการฝึกฝนทางปัญญาอย่างหนึ่ง

3.3 การเรียนรู้จากการทำงานร่วมกัน (Collaborative Learning)

จึงอาจสรุปได้ว่าตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสซึมนั้น ผู้เรียนเป็นผู้เสริมสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่สามารถช่วยผู้เรียนปรับขยาย

โครงสร้างทางปัญญาได้ ด้วยการจัดสถานการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลหรือก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา โดยได้จากสิ่งแวดล้อมและการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม

การเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม เป็นรูปแบบการสอนที่ให้เด็กเรียนรู้เอง คิดเอง เด็กและครูจะเกิดการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันทั้ง 2 ฝ่าย โดยต่างฝ่ายต่างเรียนรู้ซึ่งกันและกัน การเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม มีการแลกเปลี่ยนกันระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนการเรียนรู้ ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อมีกิจกรรมเกิดขึ้นตลอดเวลาไม่ใช่อยู่นิ่งๆ ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับครูมีสัมพันธ์อย่างไม่อยู่นิ่งเฉยทั้งสองฝ่ายเพื่อให้เกิดการเรียนรู้

ทิศนา แขมณี (2551) เสนอวิธีการนำทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม ไปใช้ในการเรียนการสอนไว้หลายประการ ดังนี้

1. ผลของการเรียนรู้มุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง ครูต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น

2. เป้าหมายของการสอน จะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่างๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้

3. ในการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเองกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์สิ่งของต่างๆ ผู้เรียน ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้นๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น

4. ครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรมให้เกิดขึ้น กล่าวคือผู้เรียนต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือและการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด และประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับบุคคลอื่น ซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขึ้นซับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น

5. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยผู้เรียนจะเป็นผู้นำตนเองและควบคุมตนเองในระหว่างการเรียนรู้

6. บทบาทการสอนของครูเปลี่ยนจากการเป็นผู้ถ่ายทอด ไปเป็นผู้ให้ความร่วมมืออำนวยความสะดวกและช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้

7. การประเมินผลการเรียนการสอน ต้องเป็นไปตามสภาพจริงและหลายหลายวิธียืดหยุ่นไปตามลักษณะความสนใจ และสร้างความหมายที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคล

3.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain Based Learning, BBL)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain Based Learning, BBL) หมายถึง การเรียนรู้ที่ใช้โครงสร้างและหน้าที่ของสมองเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ โดยไม่สกัดกั้นการทำงานของสมอง แต่เป็นการส่งเสริมให้สมองได้ปฏิบัติหน้าที่ให้สมบูรณ์ ที่สุด ภายใต้แนวคิดที่ว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้ได้ ทุกคนมีสมองพร้อมที่จะทำเรียนรู้มาตั้งแต่กำเนิด การจัดกิจกรรมระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน การจัดสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และที่สำคัญคือการออกแบบและใช้เครื่องมือเพื่อการเรียนรู้ต่างๆ โดยเน้นว่าต้องทำให้ผู้เรียนสนใจ เกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจ และการจดจำตามมา และนำไปสู่ความสามารถในการใช้เหตุผล เข้าใจความเชื่อมโยงสัมพันธ์ในทุกมิติของชีวิต

การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน หมายถึง แนวการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักการของสมองกับการเรียนรู้ การเรียนรู้ต้องใช้ทุกส่วนทั้งการคิด ความรู้สึกและการลงมือปฏิบัติไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งเป็นการสรุปความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบสัมผัสโดยตรงและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงซึ่งมีส่วนส่งเสริมให้สมองสามารถรับรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

Eric Jensen (2000) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. Preparation เป็นการเตรียมสมองสำหรับการเชื่อมโยงความรู้ ผู้สอนอาจจะให้กำลังใจหรือกระตุ้นผู้เรียนด้วยการอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วและสอบถามความต้องการของผู้เรียนว่าต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับอะไรในหัวข้อนั้นอีกบ้าง

2. Acquisition เป็นการเตรียมสมองเพื่อซึมซับข้อมูลใหม่ สมองจะเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลความรู้เพิ่มเติมกับข้อมูลใหม่ตามความเป็นจริงอย่างสร้างสรรค์

3. Elaboration ผู้เรียนจะเรียนรู้โดยการใช้ข้อมูลและข้อคิดเห็นเพื่อสนับสนุนเชื่อมโยงการเรียนรู้และเพื่อตรวจสอบแก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาด

4. Memory Formation สมองจะทำงานภายใต้สถานการณ์ที่เกิดขึ้น โดยดึงข้อมูลจากการเรียนรู้รวมทั้งอารมณ์และสภาพทางร่างกายของผู้เรียนในเวลานั้นมาใช้แบบไม่รู้ตัวเป็นไปโดยอัตโนมัติ การสร้างความจำเกิดขึ้นทั้งในขณะที่ผู้เรียนพักผ่อนและนอนหลับ

5. Functional Integration ผู้เรียนจะประยุกต์ข้อมูลเดิมมาใช้กับสถานการณ์ เช่น ผู้เคยเรียนการซ่อมเครื่องมือ อุปกรณ์ โดยการดูการซ่อมเตาอบที่บ้านพักมาแล้วเขาต้องสามารถประยุกต์ทักษะการซ่อมเตาอบไปซ่อมอุปกรณ์ชนิดอื่นได้ด้วย

3.2 การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ซึ่งในการจัดทำคู่มือจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานครั้งนี้ ขอนำเสนอสาระสำคัญเกี่ยวกับแนวคิดพื้นฐาน จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ ลักษณะของปัญหาในการจัดการเรียนรู้ การเตรียมตัวของครูก่อนการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้ และบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้

การเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มุ่งสร้างประสบการณ์ตรง จึงเน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ฝึกทักษะการคิด เผชิญสถานการณ์ปัญหา วางแผนการเรียนรู้ และตรวจสอบกำกับการเรียนรู้ และนอกจากนี้ PBL ยังช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้กับผู้เรียนได้อีกด้วยอาจกล่าวได้ว่า “ภาระงานที่ท้าท้าย ช่วยสร้างทักษะการคิดและแก้ปัญหาได้ดี”ดังนั้น การเรียนรู้ด้วย PBL จึงเป็น “การใช้ปัญหา ทำให้เกิดปัญญา”

ขั้นตอนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำหรับคู่มือการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานนี้ ได้นำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลการแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยโครงการพัฒนาโรงเรียนต้นแบบและภาคีที่เกี่ยวข้องเพื่อการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์ (มสส.) โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1) ทดสอบความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะสอนก่อนเรียน เพื่อจะได้ทราบความรู้พื้นฐานของนักเรียนเป็นรายบุคคลในเรื่องดังกล่าว และเป็นแนวทางในการออกแบบหรือปรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ของครูให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียนด้วย

2) ให้ความรู้เบื้องต้นก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ ความรู้พื้นฐานจะนำไปสู่การเรียนรู้ของเด็กในกิจกรรมที่ต้องลงมือปฏิบัติ ดังนั้น ครูจึงต้องอธิบายเนื้อหาคร่าวๆ เพื่อให้เด็กเกิดความเข้าใจในเบื้องต้น

3) เปิดโอกาสให้เด็กเสนอสิ่งที่อยากเรียนรู้ โดยให้เด็กเขียนถึงสิ่งที่ตนเองอยากเรียนรู้ และสิ่งที่ตนเองเรียนรู้มาแล้ว สิ่งที่เด็กอยากเรียนรู้อาจเป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือปัญหาของชุมชน หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกกำหนดขึ้นในชั้นเรียน ที่เด็กช่วยกันคิดและอยากลงมือปฏิบัติ

4) แบ่งกลุ่มเด็กในการทำกิจกรรม เพื่อให้เด็กรู้จักวางแผนคือ ให้เด็กรู้จักกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง โดยการทำปฏิทินการเรียนรู้ตามความต้องการในการเรียนของตน วิธีการดังกล่าวเพื่อให้เด็กรู้หน้าที่ของตนเองและในขณะเดียวกันสามารถแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบให้แก่ตนเองและเพื่อนในกลุ่มได้

5) สร้างกติกาในการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน เพื่อให้เด็กรู้จักเคารพในเงื่อนไขและกติกาที่กำหนดขึ้น โดยทุกคนในชั้นเรียนจะต้องยอมรับและปฏิบัติตาม

6) ให้เด็กลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ครูเปิดโอกาสให้เด็กได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติได้กิจกรรมต่างๆด้วยตนเอง โดยครูจะคอยเป็นผู้แนะนำ ตอบคำถามและสังเกตเด็กขณะทำกิจกรรม

7) ครูให้เด็กสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำกิจกรรมและให้เด็กได้นำเสนอผลงานของตน โดยครูเป็นผู้คอยสนับสนุนให้เกิดการนำเสนอที่หลากหลายรูปแบบและเป็นไปอย่างสร้างสรรค์ ไม่จำกัดแนวคิดในการนำเสนอ

8) ประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง ประเมินผลการจัดการเรียนรู้ของเด็ก จากผลงานและพฤติกรรมที่เด็กแสดงออกขณะร่วมกิจกรรม โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่จะสอนเป็นหลัก

การประเมินผลการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานควรจะมีการประเมินผลตามสภาพจริง มีการกำหนดเป้าหมายที่มีความสัมพันธ์ในการประเมิน ได้แก่ 1) ควรทำความเข้าใจด้านกระบวนการที่เกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 2) การพัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน และ 3) สิ่งที่ได้รับจากเนื้อหาวิชา โดยทำการประเมินดังนี้

1) การประเมินตามสภาพจริง เป็นการวัดผลหรือประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียนโดยตรงผ่านชีวิตจริง เช่น การดำเนินการด้านการสืบสวน ค้นคว้า การร่วมมือกันทำงานกลุ่มในการแก้ปัญหา การวัดผลจากการปฏิบัติงานจริง เป็นต้น

2) การสังเกตอย่างเป็นระบบ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับการประเมินผลในด้านทักษะกระบวนการของผู้เรียนในขณะเรียน ผู้สอนต้องมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินให้ชัดเจน

3.3 แนวคิดทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E

การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีสืบสอบความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียนหรือเป็นวิธีสอนที่ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล จะค้นพบความรู้หรือแนวทางที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ในชีวิตประจำวันได้หรือเป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเองให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหา

องค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้

1.การตั้งประเด็นปัญหาที่นำไปสู่กิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้

2.การกำหนดขั้นตอน/วิธีการวนการสืบเสาะหาความรู้

3.การอภิปรายเพื่อสรุปคำตอบที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้

ขั้นตอนสำคัญของการสอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย สสวท. (2546) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ดังนี้

1. ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเล่านั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนด ประเด็นที่จะศึกษา

2. ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้

4. ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขึ้น

5. ขั้นการประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

ข้อเสนอแนะในการใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้

1.ผู้สอนต้องฝึกฝนตนเองในการจัดสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเกิดความสงสัยอยากหาคำตอบ

2.ผู้สอนต้องฝึกฝนตนเองในการตั้งคำถามและตอบคำตอบที่ช่วยนำทางให้ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ค้นพบด้วยตนเอง

3.ผู้สอนต้องปรับเปลี่ยนบทบาทของตนเองจากการบอกความรู้มาเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

3.4 การจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือ (Cooperative – based learning)

การเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนทำงานด้วยกันในกลุ่มย่อยได้เรียนรู้และรับผลตอบแทนร่วมกัน ซึ่งผลตอบแทนอาจอยู่ในรูปคะแนนหรือสิ่งอื่นซึ่งเป็นสิ่งที่จูงใจหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนในกลุ่มย่อยร่วมมือกันเรียนรู้

หลักการเรียนรู้ของการจัดการเรียนการสอบแบบร่วมมือ มี 5 ประการ

1.หลักการพึ่งพากัน (positive interdependence) โดยถือว่าทุกคนมีความสำคัญเท่าเทียมกัน และจะต้องพึ่งพากันเพื่อความสำเร็จร่วมกัน

2.การหันหน้าเข้าหากัน มีปฏิสัมพันธ์กัน (face to face interaction) เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ข้อมูล และการเรียนรู้ต่างๆ

3.อาศัยทักษะทางสังคม (social skills) โดยเฉพาะทักษะในการทำงานร่วมกัน

4.การเรียนรู้ร่วมกันจะมีการวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มที่ใช้ในการทำงาน

5.มีผลงานหรือผลสัมฤทธิ์ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มที่สามารถตรวจสอบและวัดประเมินได้

องค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือ มีหลายเทคนิค เช่น จิกซอ ซีไออาร์ซี ทีจีที แต่ละเทคนิคมีองค์ประกอบในการจัดการเรียนการสอนคล้ายกัน ดังนี้

1.การจัดกลุ่มผู้เรียน 2.การศึกษาเนื้อหาสาระ

3.การทดสอบ 4.การคิดคะแนน

5.วิธีการเสริมแรงและการให้รางวัล

ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2541) ได้เสนอขั้นตอนที่ใช้ในการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังนี้

1. ขั้นเตรียม กิจกรรมในขั้นเตรียม ประกอบด้วย ครูแนะนำทักษะในการเรียนรู้ร่วมกัน และจัดเป็นกลุ่มย่อย ๆ ประมาณ 2-6 คน ครูควรแนะนำเกี่ยวกับระเบียบของกลุ่ม บทบาทและหน้าที่ของสมาชิกกลุ่ม แจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียน และการทำกิจกรรมร่วมกัน และการฝึกฝนทักษะพื้นฐานจำเป็นสำหรับการทำกิจกรรมกลุ่ม

2. ขั้นสอน ครูนำเข้าสู่บทเรียน แนะนำเนื้อหา แนะนำแหล่งข้อมูลและมอบหมายงานให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

3. ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่มย่อย โดยที่แต่ละคนมีบทบาทและหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย เป็นขั้นตอนที่สมาชิกในกลุ่มจะได้ร่วมกันรับผิดชอบต่อผลงานของกลุ่ม ในขั้นนี้ครูอาจกำหนดให้นักเรียนใช้เทคนิคต่าง ๆ กัน เช่น แบบ JIGSAW, TGT, STAD, TAI, GT, LT, CIRC และ CO-CO เป็นต้น ในการทำกิจกรรมแต่ละครั้งเทคนิคที่ใช้แต่ละครั้งจะต้องเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการเรียนแต่ละเรื่อง ในการเรียนครั้งหนึ่ง ๆ อาจต้องใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือหลาย ๆ เทคนิคประกอบกัน เพื่อให้เกิดประสิทธิผลในการเรียน

4. ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ ในขั้นนี้เป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนได้ปฏิบัติหน้าที่ครบถ้วนแล้วหรือยัง ผลการปฏิบัติเป็นอย่างไร เน้นการตรวจอบผลงานกลุ่มและรายบุคคลในบางกรณีผู้เรียนอาจต้องซ่อมเสริมส่วนที่ยังขาดตกบกพร่อง ต่อจากนั้นเป็นการทดสอบความรู้

5. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลการทางานกลุ่ม ครูและผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียน ถ้ามีสิ่งที่ผู้เรียนยังไม่เข้าใจ ครูควรอธิบายเพิ่มเติม ครูและผู้เรียนช่วยกันประเมินผลการทำงานกลุ่มและพิจารณาว่า อะไรคือจุดเด่นของงาน และอะไรคือสิ่งที่ควรปรับปรุงโดยสรุปแล้ว ขั้นตอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ต้องจัดกลุ่มของผู้เรียนให้มีความหลากหลาย จัดกิจกรรมกลุ่มโดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสมกับบทเรียน เพื่อให้เกิดประสิทธิผลในการเรียน มีการติดตามการทำงานกลุ่มการประเมินผลของผู้เรียน

การวัดผลและประเมินผลของการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือ

1. ตามรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคต่างๆโดยสรุปจะมีทั้งคะแนนรายบุคคลและรายกลุ่ม

2. วิธีการวัดผลใช้การทดสอบความรู้ การสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การประเมินผลงาน และการสัมภาษณ์ความรู้สึก ความคิดเห็น

3. เครื่องมือที่ใช้วัดผล ได้แก่ แบบทดสอบ แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ แบบประเมินผลงาน

4. ช่วงเวลาที่ใช้วัดผลคือ ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

4. บทบาทของครูตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม

สุรางค์ โค้วตระกูล (อ้างถึงใน สมทรง สุวพานิช 2551) กล่าวเกี่ยวกับบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึมว่า พฤติกรรมที่สำคัญสำหรับครู ในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม คือ

1. ครูจะต้องถึงความรู้เดิมของผู้เรียนออกมาให้ได้ว่าผู้เรียนมีความรู้เดิมอะไรอยู่บ้าง

2. จากนั้นครูจะต้องสร้างสิ่งกระตุ้นที่ท้าทายผู้เรียน ให้เขาตั้งสมมติฐาน ตั้งคำถามและคิดทบทวนว่าความรู้เดิมที่เขามีอยู่คืออะไร ครูจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐานและหาวิธีที่จะตอบคำถามนั้นให้ได้

3. ครูจะต้องสร้างสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสม ทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียน ได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ไม่ใช้ให้นั่งดูเฉยๆ ผู้เรียนจะทำอะไรก็ทำไป ครูต้องเน้นถึงกิจกรรมที่จะให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ

4. ครูที่จัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม ต้องวางแผนการสอนอย่างมากที่จะคิดคำถามล่วงหน้า เพื่อที่จะถามผู้เรียนเพื่อให้เขาได้แสดงออก และควรจดลงในแบบเตรียมการสอนด้วย โดยคำกริยาที่ครูควรใช้ในการตั้งคำถามกับผู้เรียนคือวิเคราะห์ ตั้งสมมติฐาน ทำนาย

ประเมิน เปรียบเทียบ สร้างสรรค์เพราะคำกริยาเหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดที่ลึกซึ้ง คิดวิเคราะห์และหาทางพิสูจน์มากขึ้น

5. ครูจะต้องให้เวลาผู้เรียนที่จะได้ทำงานคนเดียว หรือทำงานกับเพื่อน หรือทำงานเป็นกลุ่ม และต้องให้มีการติดต่อเชื่อมโยงกับสิ่งต่างๆ ติดต่อกับโลกความเป็นจริงด้วย ต้องเน้นว่าสิ่งที่เรียนรู้เชื่อมโยงกันอย่างไร และเชื่อมโยงกับความเป็นจริงในโลกของเขาอย่างไร วิธีการหนึ่งคือ จัดกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็กๆ อาจจะประมาณ 4-5 คนต่อกลุ่ม และมอบหมายงานให้แต่ละกลุ่มทำโดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องบอกด้วยว่างานนั้นคืออะไร กำหนดหน้าที่และมอบหมายหน้าที่ให้ทำครูต้องช่วยประสานงานให้งานดำเนินไปได้ให้โอกาสผู้เรียนพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน

5. บทบาทของนักเรียนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม

ในการเรียนตามทฤษฎี นักเรียนจะมีบทบาทเป็นผู้ปฏิบัติและสร้างความรู้ไปพร้อม ๆ กันด้วยตนเอง บทบาทที่คาดหวังจากนักเรียน คือ

1. มีความยินดีร่วมกิจกรรมทุกครั้งด้วยความสมัครใจ
2. เรียนรู้ได้เอง รู้จักแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่ด้วยตนเอง
3. ตัดสินปัญหาต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล
4. มีความรู้สึกและความคิดเป็นของตนเอง
5. วิเคราะห์พฤติกรรมของตนเองและผู้อื่นได้
6. ให้ความช่วยเหลือกันและกัน รู้จักรับผิดชอบงานที่ตนเองทำอยู่และที่ได้รับมอบหมาย
7. นำสิ่งที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้นั้น

กล่าวโดยสรุป หลักการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม เป็นการเรียนการรู้ที่นักเรียนเรียนรู้จากการสร้างงาน นักเรียนได้ดำเนินกิจกรรมการเรียนด้วยตนเองโดยการลงมือปฏิบัติหรือสร้างงานที่ตนเองสนใจ ในขณะเดียวกันก็เปิดโอกาสให้สัมผัสและแลกเปลี่ยนความรู้กับสมาชิกในกลุ่ม นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ขึ้นด้วยตนเองจากการปฏิบัติงานที่มีความหมายต่อตนเอง

สัญศาสตร์ทางชีววิทยา

1. ความหมายของสัญศาสตร์

จากการสืบค้นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิชาการและหน่วยงานต่างๆ ได้ให้ความหมายของสัญศาสตร์ ไว้ดังต่อไปนี้

De Saussure (1974) ได้พูดถึง “สัญศาสตร์” หรือ “สัญวิทยา” มาจากคำว่า Semiotics และ Semiology ทั้งสองคำนี้มาจากรากศัพท์ภาษากรีกคำเดียวกัน คือ Semeion ที่แปลว่า Sign หรือ สัญญะ โดยทั่วไปมีความหมายถึง สิ่งที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้มีความหมาย (Meaning) แทนของ

จริง (Object) ในตัวบท (Text) และในตัวบริบท (Context) หนึ่งๆ สิ่งที่นำมาใช้เป็นสัญญะนั้น อาจจะเป็นวัตถุสิ่งของหรืออาจเป็นรูปภาพ และสัญญะที่เรารู้จักกันมากที่สุดก็คือ ภาษา นั้นเอง

Peirce (2002) ได้ให้ความหมายของสัญศาสตร์ไว้ว่า "สัญศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับการสร้างความหมายและการสร้างตัวแทนทางความคิดที่หลากหลายรูปแบบ ส่วนมากอยู่ในรูปของข้อความ รูปภาพ เสียง ท่าทาง เป็นต้น

Martin & Ringham (2006) ได้ให้ความหมายของสัญศาสตร์ไว้ว่า "สัญศาสตร์ หมายถึง ทฤษฎีที่มีความสำคัญเกี่ยวกับการสร้างความหมาย ซึ่งเป็นการศึกษาระบบของเครื่องหมาย ในการสื่อสารความเข้าใจของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือองค์ความรู้"

สรุปความหมายของสัญศาสตร์ คือ หมายถึง การสร้างความหมาย หรือตัวแทนของความคิดในหลากหลายรูปแบบ เช่น ภาษารูปภาพ สัญลักษณ์ หรือท่าทาง เป็นต้น

2. องค์ประกอบสำคัญของสัญศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของสัญศาสตร์มาจาก 2 สายทาง สายแรกมาจากนักภาษาศาสตร์ชาวสวิสเซอร์แลนด์ เฟอร์ดินึอง เดอ โซซูร์ (Ferdinand der Saussure, ค.ศ. 1857 - 1913) และอีกสายหนึ่งมาจากนักปรัชญาชาวอเมริกัน ชาร์ล แซนเดอร์ เพอร์ซ (Charles Sander Pierce, ค.ศ. 1839 - 1914)

De Saussure (1974) ได้กล่าวว่า “เราสามารถใช้วิทยาศาสตร์ในการศึกษาบทบาทของเครื่องหมาย ในฐานะที่เครื่องหมายเป็นส่วนหนึ่งของสังคม” ซึ่งแนวคิดเกี่ยวกับสัญศาสตร์ส่วนใหญ่ของ Saussure ใช้เพื่ออธิบายภาษา กฎของภาษา มากกว่าเครื่องหมายในรูปแบบอื่นๆ เนื่องจากมีความคิดว่า ภาษาเป็นระบบเครื่องหมายที่มีกฎเกณฑ์แน่นอนชัดเจน ตายตัว สม่ำเสมอ สามารถนำมาเป็นตัวอย่างในการศึกษาได้ดี และอ้างว่า “ภาษาศาสตร์เป็นวิทยาศาสตร์ มีกฎที่แน่นอน เมื่อมีกฎที่อยู่สูงสุดแล้วกฎของสัญศาสตร์จึงสามารถนำไปอธิบายภาษาศาสตร์ได้เช่นกัน” โดยองค์ประกอบของสัญศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบ (dyadic model) คือ

(1) รูปเครื่องหมาย (signifier) หรือส่วนกายภาพ หมายถึง สิ่งที่ใช้อ้างอิงเพื่อเป็น ตัวแทนทางความคิดของอีกสิ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นรูปแบบทางกายภาพของเครื่องหมาย เช่น คำที่ถูกเขียน ภาพวาด รูปถ่าย

(2) ความหมายของเครื่องหมาย (signified) หรือส่วนมโนทัศน์ หมายถึง แนวคิด หรือมโนทัศน์ของสิ่งนั้นที่แสดงวัตถุประสงค์ของรูปเครื่องหมายที่ใช้ในการสื่อความหมาย

Peirce (2002) ได้อธิบายองค์ประกอบของสัญศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบที่สัมพันธ์กัน คือ

(1) เครื่องหมายที่เป็นตัวแทนทางความคิด (representamen) หมายถึง เครื่องมือที่ถ่ายทอดวัตถุอ้างอิง หรือความคิดออกมาเป็นเครื่องหมาย เช่น สัญลักษณ์ รูปภาพ คำพูด ภาษาเขียน ท่าทาง เป็นต้น

(2) ความหมาย (interpretant) หมายถึง ความหมายสำคัญที่ถูกถ่ายทอดออกมาจากเครื่องหมาย เป็นส่วนที่แสดงความหมายของเครื่องหมายนั้น

(3) วัตถุอ้างอิง (object) หมายถึง สิ่งที่เครื่องหมายทำหน้าที่แสดง มีความสัมพันธ์กับเครื่องหมายเป็นเอกลักษณ์เดียวกัน ซึ่งเราจะต้องมีความรู้ในการรับรู้ธรรมชาติของเครื่องหมายหรือความคิดที่ถูกถ่ายทอดออกมา

ความสัมพันธ์ของ 3 องค์ประกอบตามแนวคิดของ Peirce นั้น ส่วนที่ 1 เทียบได้กับรูปเครื่องหมาย (signifier) และส่วนที่ 2 เทียบได้กับความหมายของเครื่องหมาย (signified) ของ Saussure แต่ต่างกันตรงที่ในความหมาย (interpretant) ของ Peirce นั้น จะรวมความหมายที่เกิดจากเครื่องหมายและผู้ใช้เครื่องหมาย ซึ่งเป็นผลมาจากประสบการณ์ของผู้ใช้เครื่องหมายที่มีต่อวัตถุอ้างอิง (object) ในเครื่องหมายด้วย เช่น ภาพวาดเซลล์เยื่อบุข้างแก้ม (representamen) ที่ใช้ประกอบการศึกษาเรื่อง ส่วนประกอบของเซลล์ (interpretant) ประกอบด้วย ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ นิวเคลียส และไซโทพลาสซึม ซึ่งมีวัตถุอ้างอิง (object) คือเซลล์เยื่อบุข้างแก้มของมนุษย์

3. สัญศาสตร์ในบริบทของชีววิทยา

Sharov (2015) ได้กล่างถึงสัญศาสตร์ในบริบทของชีววิทยาไว้ว่า Biosemiotics (bios = life & semion = sign) เป็นวิทยาศาสตร์สหวิทยาการที่ศึกษาการสื่อสารและความหมายในระบบชีวิต การสื่อสารเป็นส่วนสำคัญสำหรับลักษณะเฉพาะของสิ่งชีวิต ซึ่งมองว่าสิ่งมีชีวิตคือข้อความที่จะบ่งบอกถึงรุ่นต่อๆไปในอนาคตจากการรอดชีวิตและสืบพันธุ์ จึงมักใช้ในการศึกษาเนื้อหา แทนความหมายหรือสัญลักษณ์เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต เช่น พันธุกรรม ระบบสืบพันธุ์ วิวัฒนาการเป็นต้น การจะกำหนดคำศัพท์ สัญลักษณ์หรือความหมายขึ้นมานั้นต้องอ้างอิงจากมนุษย์หรือการดำเนินชีวิตประจำวัน

ประวัติความเป็นมาของ สัญศาสตร์ในบริบทของชีววิทยา หรือ Biosemiotics คือ Uexküll (1940) ได้พัฒนาทฤษฎีความหมายซึ่งถือพิจารณาจากสัตว์ หรือการดำเนินชีวิตของมันในสิ่งแวดล้อม เขาเรียกสิ่งนี้ว่าสภาพแวดล้อมที่แปลความหมายโดยนัยว่า Umwelt ('Umwelt' หมายถึง 'สิ่งแวดล้อม' ในภาษาเยอรมัน) Uexküll (1940) พิจารณาว่าสิ่งมีชีวิตเท่านั้นที่จะเป็นตัวตีความทั้งหมด เขาชี้ให้เห็นว่าความสามารถของสัตว์ในการตีความโลกช่วยให้พวกมันแสดงออกตามหน้าที่ของมัน อย่างไรก็ตามความคิดของเขาเกี่ยวกับประโยชน์ (การปรับตัว) ไม่ได้ขึ้นอยู่กับทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

ความหมายของสัญศาสตร์ในบริบทชีววิทยา หรือ Biosemiotics คือ การค้นพบของชีววิทยาและสัญศาสตร์และเสนอการเปลี่ยนกระบวนทัศน์ในมุมมองทางวิทยาศาสตร์ของชีวิต โดยเริ่มต้นมาจากการศึกษาเกี่ยวกับพันธุกรรม

การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (Science comminication)

1. ความสำคัญของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

ในปัจจุบันพบว่านักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีปัญหาด้านการสื่อสาร เป็นเหตุให้ต้องหาตัวแทนที่อยู่นอกวงการวิทยาศาสตร์มาเพื่อมาถ่ายทอดความรู้แทน อย่างไรก็ตามตัวแทนดังกล่าวไม่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเพียงพอ ข้อมูลที่ถ่ายทอดไปอาจไม่ถูกต้องและครบถ้วน ดังนั้นควรเป็นนักวิทยาศาสตร์เองที่ต้องมีทักษะในการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดความรู้ด้วยตนเอง (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 2015) ซึ่งคนทั่วไปที่ได้รับข้อมูลข่าวสาร ผ่านนักวิทยาศาสตร์โดยตรงมีน้อยมาก คนที่นำเสนอส่วนใหญ่มีการใช้ภาษาและจินตนาการทำให้เกิด การบิดเบือนข้อมูลผ่านสื่อ ดังนั้นข้อมูลที่สื่อออกไปจึงได้รับการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม (Nelin, 1995) ตัวอย่างเช่น การค้นพบวัคซีนใหม่ที่ไม่ได้รับการสนับสนุนจากสังคมเนื่องจากการสื่อสาร วิทยาศาสตร์ที่ไม่มีประสิทธิภาพ ผู้สื่อสารไม่สามารถอธิบายให้สาธารณชนเข้าใจได้ง่าย บางคน เปลี่ยนแปลงหรือบิดเบือนข้อมูลจนให้คนทั่วไปมองว่าการฉีดวัคซีนก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรค อื่น ๆ มากกว่าประโยชน์ที่ได้รับ (Eisenstein, 2014) เมื่อประชาชนเกิดความเชื่อที่ต่อต้านการรับ ข้อมูลวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ พวกเขาจึงปิดกั้นการรับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเลือกที่จะเชื่อตามความคิดของตนเอง (Kahan, 2010) นอกจากนี้การสื่อสารวิทยาศาสตร์ยังมีความสำคัญใน การนำเสนอข้อมูลความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เพื่อขอเงินสนับสนุนจากรัฐบาลและช่วยให้ความรู้ แก่ประชาชนเพื่อใช้แยกแยะความแตกต่างระหว่างกิจกรรมของนักวิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์เทียม (Pseudo-scientist) เช่น คนทรงเจ้า หมอดู เป็นต้น (Treise & Weigeld, 2002) ดังนั้น การสื่อสารวิทยาศาสตร์ไม่ใช่แค่การสื่อสารกันเองในชุมชนวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่เป็นการเผยแพร่ ข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่คนทั่วไป การสื่อสารวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญ ในฐานะสะพานที่เชื่อมระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม นอกจากนี้การสื่อสารวิทยาศาสตร์ยังมีความสำคัญในการนำเสนอข้อมูลความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้รัฐบาลหรือผู้ที่เกี่ยวข้องในการร่างนโยบายต่าง ๆ มีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์มากขึ้นและช่วยส่งเสริมให้เงินทุนใน การสนับสนุนงานวิจัยเพื่อพัฒนาประเทศต่อไปให้กลายเป็นประเทศที่เติบโตทั้งด้านเศรษฐกิจและ สังคม (UNESCO, 2012)

นอกจากนี้การสื่อสารวิทยาศาสตร์ยังมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยในประเทศไทย เป้าหมายการจัดการเรียนการสอนของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดให้มีจุดเน้นในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารเนื่องจากเป็นการแสดงความคิด การแลกเปลี่ยนความรู้ หรือการนำแนวคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้องและชัดเจน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) เช่นเดียวกับสรุปการสัมมนาวิชาการเรื่อง หลักสูตรการสื่อสารวิทยาศาสตร์ (Science Communication) เพื่อเผยแพร่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของชาติ 2542) ระบุว่า “การสื่อสารมีบทบาทสำคัญในการพัฒนา สะสม และถ่ายโอนความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาเป็นเวลาช้านาน โดยเฉพาะในยุคโลกาภิ วัตน์ความเจริญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ช่วยในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์จำเป็น จะต้องอาศัยการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และการมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องจะช่วยให้การสื่อสารวิทยาศาสตร์เป็นไป อย่างมีคุณภาพ” ดังนั้นความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์จึงเป็นเป้าหมายทางการศึกษา วิทยาศาสตร์ที่สำคัญในหลายประเทศ (Kulgemeyer & Schecker, 2013)

จากการศึกษาความสำคัญของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า การสื่อสารวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์สู่คนทั่วไปในสังคม ช่วยให้ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์มากขึ้น เข้าใจกิจกรรมที่นักวิทยาศาสตร์ดำเนินอยู่ เป็นจุดเน้นการจัดการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ ช่วยทำให้นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนและถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

2. ความหมายของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

Treise & Weigold (2002) ได้กล่าวว่า “การสือสารวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดหา ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ประชาชน โดยผ่านกระบวนการทำให้เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

Malmfors & Garnsworthy (2000) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารทาง วิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การถ่ายทอดความรู้ใหม่หรือการสื่อ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเขียนหรือการพูด เพื่อให้ผู้ฟังหรือผู้อ่านรับข้อมูลที่ถูกต้อง โดยการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ต้องมีความแม่นยำ มีสาระและมีความชัดเจน

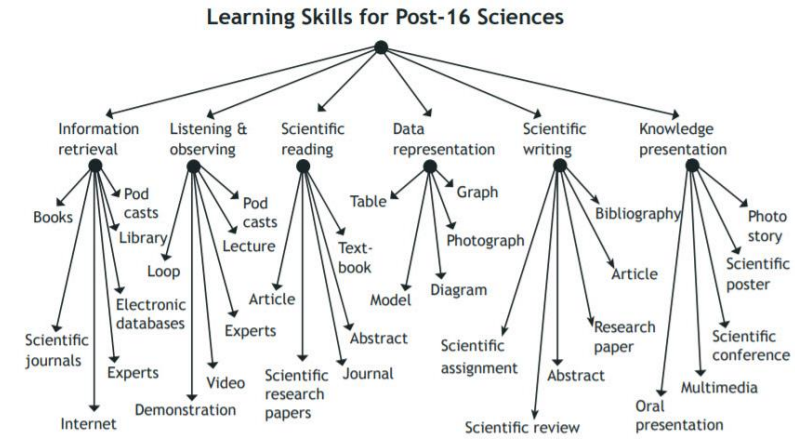
กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารทาง วิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะการสื่อสาร หมายถึง การแสดงความคิดหรือแลกเปลี่ยนความรู้และ แนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมหลากหลาย การสังเกต การทดลอง การอ่านหรืออื่น ๆ ซึ่งแสดงออกด้วยการพูดหรือเขียนในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผล

จุมพล เหมะครินทร์ (2552) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็น การถ่ายทอดข่าวสารทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ผู้รับเกิดความเข้าใจ เพื่อให้ผู้รับเกิด การวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล และตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์

สรุปความหมายของทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความคิดหรือแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างการทำกิจกรรม และความสามารถในการถ่ายทอดความรู้หรือการนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้รับสารเข้าใจถึงความสำคัญของสารนั้นๆอย่างถูกต้องและชัดเจน

3. แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

สถาบันวิทยาศาสตร์ไวส์มันน์ (2008) ได้ออกแบบโปรแกรม Gatsby Science Enhancement Program ในหลักสูตร Nuffield Curriculum Centre ของประเทศราชอาณาจักร ได้มีการแบ่งทักษะทางวิทยาศาสตร์ในระดับอายุ 14-16 ปี ออกเป็น 6 ทักษะ คือ การเข้าถึงข้อมูล (Information retrieval) การอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific reading) การฟังและการสังเกต (Listening and observing) การเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific writing) การนำเสนอข้อมูลเชิงภาพ (Visual representation) และการนำเสนอความรู้ (Knowledge presentation) ซึ่งรายละเอียดแต่ละทักษะมีดังนี้



ภาพ 1 ทักษะหลักและย่อยของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

การเข้าถึงข้อมูล(Information retrieval) คือการเข้าค้นคว้าในแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือหลายๆแหล่ง ไม่ใช่เพียงแค่การศึกษาจากเวปไซด์ (the World Wide Web (‘the Web’)) ซึ่งนักเรียนต้องประเมินข้อมูลและแหล่งข้อมูลของพวกเขา โดยพิจารณาอย่างละเอียดถี่ถ้วน

การอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific reading) เป็นการอ่านข้อมูล และวรรณกรรมทางวิทยาศาสตร์ ความท้าทาย เมื่ออ่านบทความวิจัยและบทความต่างๆนั้น มักจะเกิดข้อสันนิษฐานตามมาจากความรู้เดิมที่ผู้อ่าน ซึ่งข้อความที่มีข้อมูลจำนวนมากและภาษาที่เฉพาะ จะส่งผลให้ทักษะในการอ่านของนักเรียนลดลง ทั้งหมดนี้นำไปสู่ความยากต่อความเข้าใจและฝืนใจที่จะมีส่วนร่วมต่อการตำราทางวิทยาศาสตร์ต่อไป ทักษะนี้จะเป็นตัวช่วยในการจัดแยกข้อมูลและเรียบเรียงใหม่เพื่อสนับสนุนนักเรียนให้เกิดการพัฒนาและใช้ประโยชน์จากการอ่านทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาของพวกเขาได้

ส่วนแรกของพื้นที่ทักษะนี้จะแนะนำการ skimming และ scanning สิ่งเหล่านี้เป็นการกลยุทธ์ของการอ่านที่จะสนับสนุนการศึกษาและการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น นักเรียนเคยอ่านตำราวิทยาศาสตร์ซึ่งโดยทั่วไปแล้วต้องอ่านเรื่องราวทั้งหมดจึงจะเกิดความเข้าใจ แต่เมื่อต้องรับมือกับงานวิจัยบทความและบทความทางวิทยาศาสตร์มันไม่จำเป็นต้องอ่านทุกอย่างเสมอไป

การฟังและการสังเกต (Listening and observing) ในวิชาเรียนวิทยาศาสตร์ การฟังและการสังเกตยังคงเป็นหนึ่งในวิธีที่นิยมที่สุดที่นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าผู้ฟังจะสามารถดูดซับความรู้หลังจากการฟังเพียง 50% ของข้อมูลที่ส่ง หลังจากนั้น 48 ชั่วโมงพวกเขาจะสามารถจดจำเหลือเพียง 25% การฟังเป็นทักษะที่มองไม่เห็น แต่เป็นเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ ซึ่งทักษะนี้เกี่ยวข้องกับการฟังอย่างกระตือรือร้นสังเกตการณ์สรุปและจดบันทึก การคิดเชิงวิพากษ์ การถามคำถามที่เน้นการคิดจากมุมมองที่ต่างกัน ทักษะเหล่านี้จึงสร้างกรอบเพื่อช่วยรักษาสมาธิและเพิ่มการเรียนรู้ให้สูงสุดผ่านการฟังและการสังเกต

การเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific writing) ในสภาพแวดล้อมของ ช่วงอายุก่อน 16 ปี นักเรียนมักถูกคาดหวังให้ขยายเวลาเรียน เพราะชิ้นส่วนของการเขียน และการเขียนทางวิทยาศาสตร์อาจไม่ได้รับการพัฒนาอย่างเต็มที่ จึงต้องการการสอนและการพัฒนาที่ชัดเจน ซึ่งต้องเป็นกิจกรรมที่มีความท้าทายมากขึ้น และต้องไม่ใช่การเขียนลอกบทความมา

การนำเสนอข้อมูลเชิงภาพ (Visual representation) นักวิทยาศาสตร์มักทำการประมวลผลสิ่งที่ค้นพบและข้อสรุป พวกเขามักวาดเป็นภาพที่หลากหลาย การเป็นตัวแทนของภาพนั้นจะช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงข้อมูลในตรรกะอย่างต่อเนื่อง เน้นเนื้อหาที่หลากหลาย และความหลากหลายของรูปแบบของการเป็นตัวแทนภาพในวิทยาศาสตร์นั้นสามารถช่วยให้เกิดความเข้าใจต่อข้อความที่ต้องการ ซึ่งเป็นการคิดที่ซับซ้อนลึกและเป็นนามธรรม

การนำเสนอความรู้ (Knowledge presentation) ในชุมชนวิทยาศาสตร์มีการนำเสนอความรู้ในการบรรยายและการประชุม โดยการนำเสนอด้วยวาจาและผ่านสื่อภาพเช่นโปสเตอร์ทางวิทยาศาสตร์ พื้นที่ทักษะนี้จะแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการที่พวกเขาสามารถนำเสนอความรู้ด้วยวาจาและมองเห็นในทำนองเดียวกันกับนักวิทยาศาสตร์มืออาชีพ

4. แนวทางการวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

การประเมินภาคปฏิบัติหรือการปฏิบัติชิ้นงาน (Performance-Based / Task-Based Assessment)

ความหมายของการประเมินภาคปฏิบัติ (Performance Assessment) โดยมีผู้ให้ความหมายของการประเมินภาคปฏิบัติไว้ดังนี้

Marshall และ Hales (1971) ให้ความหมายของการวัดภาคปฏิบัติหมายถึง การวัดที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหว หรือการตอบสนองที่เป็นการกระทำของผู้ถูกสอบ โดยปกติแล้วการทดสอบจะเกิดขึ้นได้ต้องจัดการให้ผู้ถูกสอบอยู่ในสถานการณ์ที่เป็นจริงหรือคล้ายของจริงให้มากที่สุด แต่ไม่ใช่การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบเขียนตอบ (paper and pencil)

ไพศาล หวังพานิช (2526) ให้ความหมายไว้ว่า การวัดผลภาคปฏิบัติคือ ความสามารถในการปฏิบัติเป็นการวัดที่ให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมด้วยการกระทำ โดยถือว่าการปฏิบัติเป็นความสามารถในการผสมผสานหลักการ วิธีการต่าง ๆ ที่ได้รับการฝึกฝนมาให้ปรากฏออกมาเป็นทักษะของผู้เรียน

สุวิมล ว่องวานิช (2546) ให้ความหมายของการประเมินภาคปฏิบัติว่า เป็นการประเมินที่ใช้สถานการณ์ เพื่อทดสอบภาคปฏิบัติงานของบุคคล ซึ่งเป็นการวัดพฤติกรรมการปฏิบัติงานทีละคนหรือการทำงานกลุ่ม มีกระบวนการทำงานตามขั้นตอน โดยมีจุดมุ่งหมายสุดท้าย คือ ผลงาน โดยทำการประเมิน 2 ประการ คือ กระบวนการปฏิบัติงาน (Process) และการวัดคุณภาพของงานที่ได้จากการปฏิบัติ (Product)

ดังนั้นการประเมินภาคปฏิบัติ (Performance based Assessment) เป็นวิธีการประเมินผลการเรียนการสอนที่สามารถวัด ตรวจสอบหรือประเมินผลการเรียนจากการเป็นการให้นักเรียนได้แสดงความรู้ความสามารถที่ได้รับว่านักเรียนมีความเข้าใจมากน้อยเพียงใดใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย ลักษณะการประเมินจะประเมินผ่านการพูด การแสดงท่าทาง การสาธิต การทดลอง การแสดงบทบาทสมมติ และอื่นๆ ซึ่งทำให้ผู้ประเมินสามารถใช้การสังเกตเพื่อ ตรวจสอบสิ่งที่ผู้เรียนแสดงออกมาว่ามีความสามารถ ทักษะและคุณลักษณะตามที่กำหนดไว้ในเป้าหมาย ผู้สอนสามารถบูรณาการ Performance-based Assessment ในกระบวนการเรียนการสอน เพื่อสร้างประสบการณ์ทางการเรียน

นอกจากนี้ การประเมินผลรูปแบบนี้จะประเมินโดยใช้เกณฑ์รูบิกส์ (Rubics) นั้นเราสามารถศึกษาเกณฑ์การประเมินโครงงานของผู้เรียน ศึกษาวัตถุประสงค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความหลากหลายของผลงานในโครงงาน เช่น การสาธิต การนำเสนอ การคิดวิเคราะห์ และคุณภาพของแหล่งข้อมูล

ขั้นตอนในการสร้างรูปแบบของ Performance-based Assessment 5 ขั้นตอน คือ

1. ระบุความคิดรวบยอดหลักและทักษะการคิดที่ต้องการวัดผล

2. ระบุชนิดของผลงานที่ต้องการให้ผู้เรียนปฏิบัติ โดยที่อาจจะให้นักเรียนเป็นผู้เลือก

3. กำหนดวัตถุประสงค์ของผลงานที่จะทำ เช่น ให้ข้อมูล โน้มน้าว หรือ กระตุ้น

4. เขียนกระบวนการที่นักเรียนจะใช้

5. ให้คำแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับการวัดผลอธิบายเกี่ยวกับรายการที่จะใช้ประเมิน

ขั้นตอนในการวัดผลแบบ Performance-based Assessment

1. การระบุวัตถุประสงค์ของ Performance-based Assessment ในการดำเนินการวัดผลที่ดี ควรมีการระบุวัตถุประสงค์ให้ชัดเจน โดยควรศึกษาประเด็นดังต่อไปนี้

- ความคิดรวบยอด ทักษะ หรือความรู้ใดที่ต้องการวัด
- ผู้เรียนควรรู้สิ่งใดบ้าง
- ผู้เรียนควรปฏิบัติงานในระดับใด
- ความรู้ชนิดใดที่ควรวัดผล: การให้เหตุผล ความจำ หรือ กระบวนการ

2. การเลือกกิจกรรม หลังจากระบุวัตถุประสงค์ของการวัดผล เราสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับการเลือกกิจกรรมต่างๆได้โดยคำนึงถึงประเด็นต่อไปนี้ ได้แก่ ระยะเวลา แหล่งข้อมูลที่มีอยู่ ข้อมูลที่จำเป็นต่อการตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพของปฏิบัติงาน มีกิจกรรมอยู่สองประเภทที่เหมาะสมในการเลือกกิจกรรม คือรูปแบบเป็นทางการซึ่งผู้เรียนจะตระหนักว่ากำลังถูกวัดผลอยู่และไม่เป็นทางการซึ่งผู้เรียนนั้นจะไม่ทราบเลยว่ากำลังถูกวัดผลอยู่

3. การระบุเกณฑ์การวัดผล เมื่อสามารถเลือกกิจกรรมและชิ้นงานได้แล้วนั้น เราจำเป็นต้องระบุองค์ประกอบของโครงงานหรือชิ้นงานที่ตัดสินความสำเร็จของการปฏิบัติงานของนักเรียน บางครั้งเราอาจจะสามารถหาเกณฑ์ในการประเมินโดยใช้หลักสูตรพื้นฐานหรือหลักสูตรท้องถิ่น หรือเอกสารที่เผยแพร่ แต่เราควรตระหนักว่าเกณฑ์การวัดผลนั้นอาจจะไม่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียนหรือมีทักษะมากเกินไป

4. การสร้างRubricsของการปฏิบัติงาน Rubrics เป็นระบบจัดลำดับที่ผู้สอนสามารถตัดสินใจได้ว่าผุ้เรียนจะสามารถแสดงชิ้นงานและแสดงความคิดรวบยอดของความรู้ที่ได้รับ ในการใช้Rubricsเราจำเป็นต้องแน่ว่าเกณฑ์Rubricsของเรานั้นง่ายและยุติธรรม เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

5. การวัดผลการปฏิบัติงาน มีหลายวิธีที่จะบันทึกผลของ Performance-based Assessment

- Checklist Approach เมื่อใช้วิธีการนี้ เราเพียงแต่ระบุว่ามีองค์ประกอบใดบ้างที่มีอยู่ในการปฏิบัติงาน

- Narrative / Anecdotal Approach เขียนเป็นคำบรรยายว่าผู้เรียนทำอะไรในการปฏิบัติงาน จากรายงานนี้ครูจะสามารถตัดสินใจได้ว่านักเรียนจะสามารถปฏิบัติงานได้ตามมาตรฐานอย่างไร

- Rating Scale Approachสามารถระบุระดับของมาตรฐาน โดยใช้เป็นสเกลตัวเลข

- Memory Approach สังเกตผู้เรียนโดยมิได้จดบันทึกแต่ใช้การจดจำเพื่อตัดสินใจว่าผู้เรียนประสบผลสำเร็จหรือไม่

- Open-ended or extended response exercises การตั้งคำถามหรือระบุปัญหาที่ให้นักเรียนคิดหาคำตอบ ออกมาด้วยวาจา หรือเขียนตอบออกมาเป็นลายลักษณ์อักษร เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องสามารถอธิบายในสิ่งที่ได้จากการสังเกต หรือ การอ้างเหตุผลของที่มาของเรื่องราวต่างๆได้

- Extended tasks ในการตรวจประเมินผลงานแต่ละงานอาจต้องใช้เวลาในการพิจารณา ในการตรวจสอบ แก้ไขหรือ พิจารณาความถูกต้องให้ตรงตามมาตรฐานที่ตั้งไว้

- Portfolios เป็นการประเมินความหลากหลายของงาน โดยPortfolio จะเป็นการรวบรวมผลงานที่ดีที่สุดของนักเรียนมาไว้ รวมถึงกระบวนการขั้นตอนการทำงานต่างๆของนักเรียน

ดังนั้นแนวทางการวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เป็นการประเมินภาคปฏิบัติ (Performance based Assessment) โดยการสังเกตุพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างทำกิจกรรม ซึ่งจะประเมินผ่านการพูดและการแสดงท่าทาง ขณะนำเสนองาน พฤติกรรมขณะทำงานกลุ่มและการทดลอง อีกทั้งพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ที่นักเรียนแสดงออกขณะเกิดการเรียนรู้ ซึ่งกระบวนการทั้งหมดทำให้ผู้ประเมินสามารถใช้การสังเกตเพื่อตรวจสอบสิ่งที่ผู้เรียนแสดงออกมาว่ามีความสามารถ และวัดด้วยแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในช่วงท้ายของการวิจัย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยภายในประเทศ

ศิโรรัตน์ เดชะแก้ว (2560) ได้จัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางเพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบประสาท ระบบโครงร่างและการเคลื่อนไหว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังนี้ 1.) การนำเข้าสู่เนื้อหา มีการสื่อการสอนได้แก่ แบบจำลอง เกม คลิป เพื่อดำเนินกิจกรรมที่เน้นในลักษณะของกิจกรรมกลุ่ม 2.) การสืบค้นนอกห้องเรียน นักเรียนเรียนรู้นอกห้องเรียนด้วยตนเองและจดบันทึกข้อสงสัยมาถามครูในห้องเรียน 3.) การพัฒนาองค์ความรู้นอกห้องเรียน ครูหมอบหมายให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาเพื่อถาม

เพื่อนลงใน Facebook แต่ละกลุ่มต้องเลือกตอบคำถามของเพื่อน 4.) การประยุกต์ใช้องค์ความรู้ เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม อภิปราย นำเสนอหน้าชั้น เน้นให้นักเรียนนำสิ่งที่เรียนรู้มาประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งพบว่าเมื่อนักเรียนผ่านการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่กล่าวมานั้น เกิดการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดและเขียน และสามารถใช้สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ และคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างถูกต้อง และสามารถใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แผนผัง กราฟ หรือตารางร่วมกับการอธิบายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ธนกร อรรจนาวัฒน์ (2558) ได้จัดการะเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงาน เป็นทีมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีรูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง มีการเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการ สื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมของนักเรียนก่อนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ 1) แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์โดยครูและบุคคลทั่วไป เป็นผู้ประเมิน 2) แบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม โดยนักเรียนประเมินตนเอง เพื่อน เป็นผู้ประเมิน และครูเป็นผู้ประเมิน ซึ่งหลังกาจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการพูดและการเขียนอยู่ใน ระดับพอใช้ คือ การสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด องค์ประกอบที่นักเรียนมีความสามารถใน ระดับดี คือ ภาษาและสิ่งแทนความ และระดับพอใช้ ในเรื่อวของเนื้อหาและบริบท ส่วนการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน องค์ประกอบที่นักเรียนมีความสามารถใน ระดับดี คือ ภาษา และระดับพอใช้ คือ เนื้อหา บริบท และสิ่งแทนความ และนักเรียนมีความสามารถในการทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับดีอีกด้วย

ศุจิกา จาตุรนต์พงศา (2557) ได้ศึกษาความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาของนักเรียน มัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายหลังการเรียนตามรูปแบบ กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการ เรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดย ใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือ แบบสอบความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยา และแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการทดลองผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์มีร้อยละคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจในคำศัพท์ชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์มี คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจในคำศัพท์ชีววิทยาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป อีกทั้งนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์มีร้อยละ คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 77.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70 และนักเรียน

กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์สามารถพัฒนาความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

พัชรี โพชนา (2561) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และ 4) แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ผลของการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม วิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อีกทั้งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม วิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และเจตคติต่อวิชาของผู้เรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม วิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สูงกว่าก่อนเรียน แสดงถึงพัฒนาการทางมโนทัศทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาชีววิทยาที่ดี

ญาสุมิน วรกิจจานนท์ (2563) ที่กล่าวในผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานตามรูปแบบของ Windschitl et al. (2008) สามารถช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเพิ่มขึ้นในแต่ละครั้งที่ประเมิน โดยที่องค์ประกอบด้านเนื้อหาของนักเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยมทุกครั้ง แต่ด้านของภาษาและบริบทการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันไม่ได้รับการฝึกฝนอย่างเพียงพอจึงมีระดับการพัฒนาการอยู่ในระดับดี

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Mercer-Mapstone (2015) ได้ศึกษาการสอนเรื่องการสื่อสารในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ โดยการประเมินตามหลักฐานระดับปริญญาตรี โดยทักษะการสื่อสารเป็นหนึ่งในห้าผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ได้รับการยอมรับในระดับประเทศสำหรับปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (BSc) ของออสเตรเลีย หลักฐานก่อนหน้านี้บ่งชี้ว่าทักษะการสื่อสารที่สอนวิทยาศาสตร์ในระดับปริญญาตรีของออสเตรเลียนั้นยังไม่พัฒนาเพียงพอที่จะตอบสนองความต้องการของระบบการทำงานในยุคปัจจุบัน ซึ่งเป็นปัญหาที่ประสบในสหราชอาณาจักรและสหรัฐอเมริกาเช่นกัน อย่างไรก็ตามการพัฒนาหลักสูตรในด้านนี้จะขึ้นอยู่กับการประเมินว่าทักษะในการสื่อสารในปัจจุบันได้รับการสอนอย่างไรเพื่อเป็นฐานในการ

เปลี่ยนแปลงอย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดปริมาณมาตรฐานการศึกษาด้านการสื่อสารในปัจจุบันในระดับ BSc ของมหาวิทยาลัยที่เน้นการวิจัยในออสเตรเลีย ข้อมูลพื้นฐานที่เป็นหลักฐานโดยละเอียดไม่เพียงแต่เกี่ยวกับอะไรเท่านั้น แต่ยังรวมถึงวิธีการสอนทักษะการสื่อสารด้วย มีการหาปริมาณทักษะในการสื่อสารที่ได้รับการสอนและประเมินอย่างชัดเจน จากมหาวิทยาลัยที่เน้นการวิจัยทั้ง 4 แห่งในออสเตรเลีย ผลลัพธ์ระบุว่าทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ 10 ทักษะใน 12 ทักษะนั้น เมื่อถูกประเมินนั้น ผลการประเมินที่ออกมามีบางส่วนขาดหายไปมากกว่า 50% และ 77.14% ของงานการประเมินทั้งหมด การออกแบบงานการประเมินส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญไม่ว่าจะสอนทักษะการสื่อสารอย่างชัดเจนหรือไม่ แนวโน้มที่โดดเด่นคือทักษะการสื่อสารในงานที่มุ่งเป้าไปที่ผู้ฟังที่ไม่ใช่นักวิทยาศาสตร์ได้รับการสอนอย่างชัดเจนมากกว่างานที่มุ่งเป้าไปที่ผู้ฟังทางวิทยาศาสตร์ และงานกลุ่มและมัลติมีเดียส่วนใหญ่สอนองค์ประกอบการสื่อสารอย่างชัดเจนมากกว่างานส่วนบุคคล หรืองานเขียนและปากเปล่า มีการกล่าวถึงนัยสำหรับการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ใน BSc และการวิจัยเพิ่มเติมด้วย

Dawson (2018) ได้สำรวจข้อยกเว้นจากการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านประสบการณ์ของชนกลุ่มน้อยที่มีรายได้น้อย ซึ่งบทความนี้สำรวจการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์จากมุมมองของผู้ที่เสี่ยงต่อการถูกกีดกันทางการสื่อสาร จากการลงภาคสนามไปอาศัยอยู่ร่วมกับกลุ่มชาติพันธุ์ ซึ่งดำเนินการสังเกตจาก 5 กลุ่มและสัมภาษณ์ผู้เข้าร่วมทั้งหมด 32 คน จากชนกลุ่มน้อยที่มีรายได้น้อย โดยใช้ทฤษฎีการผลิตซ้ำทางสังคม (social reproduction) และความยุติธรรมทางสังคม ข้อโต้แย้งถึงการมีส่วนร่วมในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์นั้นถูกทำเครื่องหมายด้วยความไม่เท่าเทียมกันของโครงสร้าง (โดยเฉพาะในห้องเรียนและกลุ่มชาติพันธุ์) ประการแรก การมีส่วนร่วมของผู้เข้าร่วมในการปฏิบัติด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์นั้นถูกตีกรอบอย่างจำกัด (จำกัดการเข้าถึงสื่อในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์) ประการที่สอง ประสบการณ์ วัฒนาธรรม และความเชื่อของพวกเขากีดกันการเข้าถึงของสิ่งต่างๆ (การบิดเบือนความจริงและอื่นๆ) และความไร้อำนาจทางความคิด (ไม่สามารถมีส่วนร่วมหรือเปลี่ยนแปลงข้อกำหนดในการมีส่วนร่วมของตนเอง) การโต้เถียงเรื่องการผลิตซ้ำทางสังคม (social reproduction) ในทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์นั้นส่งผลให้เกิดการสร้างสังคมที่แคบสะท้อนถึงรูปร่าง ค่านิยม และแนวปฏิบัติของกลุ่มที่มีอำนาจเหนือกว่าต่อกลุ่มที่อยู่ชายขอบ ซึ่งบทความนี้แสดงให้เห็นถึงการส่วนร่วมต่อการสร้างแนวคิดใหม่ในเรื่องของสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในสังคม และสะท้อนถึงผลกระทบถึงความไม่เท่าเทียมของโครงสร้างในสังคม

Anjos, Aibéo และ Carvalho (2019) ได้ศึกษาการสังเกตและวาดภาพดวงอาทิตย์: ข้อมูลเชิงลึกจากการวิจัยเพื่อประเมินแนวทางการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเป้าไปที่นักเรียนระดับประถมวัย โดยพบว่าภาพมีความสำคัญในการสื่อสารของวิทยาศาสตร์และเพื่อส่งเสริมการรู้หนังสือทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการอนุมานการเปลี่ยนแปลงในการรับรู้ของ

ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถใช้ภาพวาดของนักเรียนได้เป็นข้อมูลการวิจัยที่ช่วยให้มีการวิเคราะห์ที่สมบูรณ์ ซึ่งสามารถบูรณาการด้านกายภาพ ด้านสังคมและด้านวัฒนธรรมของสิ่งแวดล้อมรอบตัวของนักเรียนให้สอดแทรกอยู่ในบริบทของรูปวาด ซึ่งภาพวาดเหล่านั้นสามารถตีความได้ถึงการสื่อสารความหมายของความเป็นจริงและตีความถึงความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนด้วย

Spektor-Levy (2009) การศึกษานี้สำรวจผลกระทบของการสอนทักษะสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (SC) ต่อการแสดงออกของนักเรียนในการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ โดยศึกษาผ่านการใช้แบบจำลองสำหรับการสอนทักษะ โดยมีลักษณะเป็นการสอนที่ชัดเจนและต่อเนื่อง บูรณาการเข้ากับการเรียนรู้เนื้อหา ฝึกฝนปฏิบัติในหัวข้อทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย ซึ่งแบบจำลองนี้ถูกนำไปใช้ผ่านโปรแกรมการสอนที่เน้นทักษะการเรียนรู้ต่อไปนี้: การดึงข้อมูล การอ่านและการเขียนทางวิทยาศาสตร์ การฟังและการสังเกต การแสดงข้อมูล และการนำเสนอความรู้ ในระดับเกรด 7-8 จำนวนนักเรียน 160 คน ซึ่งได้มีการเรียนรู้ผ่านโปรแกรมครบทั้งหมดหรือเรียนรู้บางองค์ประกอบ: การสอนแบบมีโครงสร้าง (SI) ของทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตรี หรืองานการปฏิบัติงาน (PT) โดยที่กลุ่มเปรียบเทียบมีนักเรียน 42 คนนั้นไม่ได้รับการสอนทักษะสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนครบทั้งโปรแกรมหรือเรียนรู้บางองค์ประกอบนั้นได้คะแนนสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ได้เองตามธรรมชาติ ผลการประเมินของนักเรียนที่อยู่ในระดับระดับต่ำและปานกลางนั้นต้องการรับการสอนผ่านโปรแกรมจำลองเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพทักษะสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ การสอนทักษะสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ให้มีความชัดเจนนั้นอยู่ที่หัวข้อทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้อ่าน ต้องมีการนำบริบทต่างๆ บทบาทของการปฏิบัติงานมาให้นักเรียนศึกษา ซึ่งในฐานะ "การประเมินเพื่อการเรียนรู้" คุณลักษณะทั้งหมดเหล่านี้มีความสำคัญและจำเป็นต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แบบจำลองการสอนทักษะทั่วไปนั้นสามารถนำไปใช้กับการสอนทักษะขั้นสูงอื่นๆ ได้ โดยการประยุกต์ใช้สามารถนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายหลักของการศึกษาทางวิทยาศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยปฏิบัติการเชิงคุณภาพ เรื่อง การประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิส เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรน่า 2019 มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เพื่อพัฒนาทักษะในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ 2) เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การทำงานของเซลล์ ผู้วิจัยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 4 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งแต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การวางแผน(Plan) การลงมือปฏิบัติ (Act) การสังเกต (Observe) และสะท้อนผล (Reflect) โดยผู้วิจัยจะได้นำเสนอรายละเอียดดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ผู้ร่วมวิจัย
2. บริบทของห้องเรียน
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ร่วมวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในอำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย จำนวน 25 คน โดยใช้วิธีเลือกอย่างเจาะจง (Purposive sampling)

บริบทของห้องเรียน

ห้องเรียนที่ทำการวิจัยเป็นห้องเรียนเน้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงราย ซึ่งเป็นโรงเรียนที่มีนักเรียนหลากหลายชาติพันธุ์ เช่น ไทยใหญ่ ลาหู่ อาข่า เป็นต้น ประกอบด้วยสมาชิกจำนวน 25 คน โดยจะมีการนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน จำนวน 6 กลุ่ม ซึ่งในสถานการณ์โควิด ทางโรงเรียนได้แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม และทำการสลับมาเรียนระหว่างกลุ่มที่ 1 และ 2 โดยที่นักเรียนในห้องนั้นจะมีความหลากหลายในการเรียนรู้และความสามารถที่แตกต่างกันไป มีความสนใจและถนัดในการทำงาน

จากฝีมือมากกว่าใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ แต่ขาดความสามารถในด้านภาษาอังกฤษและสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิส เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรน่า 2019 ประกอบด้วยคำถามวิจัย ได้แก่ 1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ เรื่อง และการทำงานของเซลล์ควรเป็นอย่างไร 2) เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เรื่อง การทำงานของเซลล์ จะพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร โดยแต่ละคำถามวิจัยมีเครื่องมือวิจัย ดังนี้

1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เพื่อทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ควรเป็นอย่างไร

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1.1.1แผนการจัดการเรียนรู้แบบสัญศาสตร์บนฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ว31241 ชีววิทยา 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด 4 แผนการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องโครงสร้างของเซลล์ จำนวน 4 คาบเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ จำนวน 4 คาบเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ จำนวน 6 คาบเรียน และแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการแบ่งเซลล์ จำนวน 6 คาบเรียน รวมทั้งหมด 20 คาบ

1.1.2. แบบสะท้อนผล เป็นแบบวัดแบบไม่มีโครงสร้าง สะท้อนผลตามขั้นการจัดการเรียนรู้ โดยแต่ละขั้นให้ผู้สะท้อนบันทึกจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา/ปรับปรุง และข้อเสนอแนะลงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วย อีกทั้งมีคำถามเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ถามว่าการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสสามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ได้หรือไม่ อย่างไร

2) เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสัญศาสตร์บนฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม เรื่อง การทำงานของเซลล์ จะพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

2.1.2 แบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

2.1.2 แบบสังเกตพฤติกรรมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

การสร้างเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสัญศาสตร์บนฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสัญศาสตร์บนฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม เรื่อง การทำงานของเซลล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาสภาพปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน

1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลาง 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 และหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของโรงเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ว31241 ชีววิทยา 1

1.3 วิเคราะห์มาตรฐานและผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.4 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ในการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

1.5 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับสัญศาสตร์และคอนสตรัคติวิสซึม

1.6 ศึกษาหลักการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำหลักการจัดกิจกิจกรรมการเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้

1.7 วิเคราะห์เนื้อหาและผลการเรียนรู้ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

1.8 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสัญศาสตร์บนฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม ประกอบด้วย

1.8.1 สาระการเรียนรู้แกนกลาง

1.8.2 มาตรฐานการเรียนรู้

1.8.3 ผลการเรียนรู้

1.8.4 จุดประสงค์การเรียนทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านเจตคติ

1.8.5 สาระสำคัญ

1.8.6 สาระการเรียนรู้

1.8.7 กระบวนการจัดการเรียนรู้

1.8.8 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1.8.9 การวัดและประเมินผล

1.9 ออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาโดยเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นร่วมกัน แบ่งออกเป็น

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง เป็นขั้นที่ครูผู้สอนจะให้กำลังใจหรือกระตุ้นผู้เรียนด้วยการอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากบทความทางวิทยาศาสตร์ และเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่กำลังจะศึกษาอีกทั้งชี้แจงจุดประสงค์และรูปแบบการสอนในคาบเรียนให้ชัดเจน

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน นักเรียนศึกษาเรียนรู้มโนทัศน์เบื้องต้นหรือภาพรวมของเนื้อหา เรื่องการทำงานของเซลล์ อย่างคร่าวๆ จากคลิปวิดีโอ ผังมโนทัศน์ หรือรูปภาพ ซึ่งเป็นการให้ความรู้เบื้องต้นก่อนที่จะให้นักเรียนทำกิจกรรม โดยครูผู้สอนจะคอยตั้งคำถาม กระตุ้นให้นักเรียนสนใจในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ และสามารถจดบันทึกสรุปความรู้พื้นฐานตามความเข้าใจของตนเองได้ เพราะความรู้พื้นฐานจะนำไปสู่การเรียนรู้ของนักเรียนในกิจกรรมที่ต้องลงมือปฏิบัติ ดังนั้นครูจึงต้องแนะแนวทางหรืออธิบายเนื้อหาคร่าวๆ เพื่อให้เด็กเกิดความเข้าใจในเนื้อหาเบื้องต้น

ขั้นที่ 3 ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม นักเรียนจัดกลุ่มเพื่อทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย โดยมีการสื่อสาร แลกเปลี่ยนความคิด และวางแผนหน้าที่ที่รับผิดชอบในกลุ่มของตน จากนั้นทำการปฏิบัติ และเขียนรายงานเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างสรรค์ผลงานในรูปแบบของสัญลักษณ์ ภาพวาด หรือแผนผังภาพ โดยเป็นการนำเอาองค์ความรู้ที่นักเรียนได้จากการดูวิดีโอศึกษา ค้นคว้าและเรียนรู้ก่อนหน้านี้มาสร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเองในเชิงสัญศาสตร์ โดยผลงานที่นักเรียนสร้างสรรค์ขึ้นคือสิ่งที่แทนความ ที่สะท้อนถึงความเข้าใจในมโนทัศน์ที่เรียนรู้ไป

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้ นักเรียนออกมานำเสนอชิ้นงานหน้าชั้นเรียน หรือผ่านทางวิดีโอ โดยครูผู้สอนจะทำการวัดประเมินอิงการปฏิบัติ (Performance-based assessment) และจะมีการติชมและให้คำแนะนำจากเพื่อนกลุ่มอื่มหลังการนำเสนองานเรียบร้อย

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ได้แก่ นักวิทยาศาสตร์ศึกษา ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านงานวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน นักชีววิทยา ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และครูประจำการ ที่มีประสบการณ์ทางการสอน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และตรวจสอบภาษาที่ใช้ และกิจกรรมการเรียนการสอน

1.11 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปแก้ไขและปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา โดยข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้

1.11.1 การเขียนจุดประสงค์ด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ควรมีการเขียนระบุเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการวัดและประเมินลงในแต่ละด้านให้ชัดเจน

1.11.2 การวัดผลและประเมินผลควรมีความชัดเจนและสอดคล้องกับเครื่องมือในการวัดมากกว่านี้

1.11.3 ตรวจสอบการใช้คำที่ควรสอดคล้องทั้งในจุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

1.12 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสัญศาสตร์บนฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึมที่ปรับตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ มาทดลองใช้เพื่อศึกษาและบันทึกข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม โดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสัญศาสตร์บนฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึมเป็นได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง

บทบาทของครู(ผู้วิจัย) ได้แก่ เตรียมบทความทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำมาให้นักเรียนอ่านต้องมีความหลากหลายและเป็นเรื่องราวใกล้ตัว โดยต้องเป็นผู้คอยแนะนำ หรือกระตุ้นให้นักเรียนกระตือรือร้นในการสื่อสารและอภิปรายในชั้นเรียน และคอยชี้แนวทางให้นักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานจากการอ่าน และเชื่อมโยงไม่ยังจุดประสงค์ของการเรียนรู้ได้ ซึ่งครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ และดูแลอย่างใกล้ชิด มีการบันทึกพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในห้องเรียน

บทบาทนักเรียน ได้แก่ ร่วมมือปฏิบัติกิจกรรมตามคำแนะนำของครู อ่านบทความวิทยาศาสตร์และจับใจความจากสิ่งที่อ่าน จากนั้นสื่อสารอภิปรายร่วมกันกับครูและเพื่อนร่วมชั้น อีกทั้งตั้งสมมติฐานและเชื่อมโยงสิ่งมีได้จากการอ่านกับมโนทัศน์ที่กำลังจะเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน

บทบาทของครู(ผู้วิจัย) ได้แก่ สืบค้นและเลือกวิดีโอจากเวปไซต์ เพื่อนำมาให้นักเรียนศึกษาเพื่อสร้างมโนทัศน์เบื้องต้น โดยหลักการที่ใช้ในการเลือกวิดีโอ คือ เนื้อหาเป็นภาษาไทยหรือมีคำบรรยายภาษาไทย มีความถูกต้อง สอดคล้อง และคลอบคลุมเนื้อหาที่นักเรียนต้องศึกษา ตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเป็นระยะ จากนั้นเตรียมใบกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ และดูแลอย่างใกล้ชิด มีการบันทึกพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการฟังและการสังเกต และด้านการเข้าถึงข้อมูลของนักเรียนที่เกิดขึ้นในห้องเรียน

บทบาทนักเรียน ได้แก่ ศึกษาความรู้จากวิดีโอ จากนั้นจดบันทึกความเข้าใจและประเด็นที่มีความสำคัญลงในสมุด ร่วมกันตอบคำถามระหว่างการดูวิดีโอ และค้นคว้าหาความรู้เพื่อทำใบกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม

บทบาทของครู(ผู้วิจัย) ได้แก่ เตรียมกิจกรรมหรือการทดลองที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่นักเรียนกำลังเรียนรู้ บอกขั้นตอนการทดลองและอุปกรณ์ที่ต้องเตรียมก่อนการทดลอง คอยตรวจสอบความถูกต้องระหว่างการทดลอง และการบันทึกผลในรายงานบทปฏิบัติการ อีกทั้งตรวจรายงานบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ในด้านความครบถ้วนขององค์ประกอบ และความถูกต้องของการรูปแบบการแสดงผลการทดลองและการสรุปผลการทดลอง ซึ่งครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ และดูแลอย่างใกล้ชิด มี

การบันทึกพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในห้องเรียน

บทบาทนักเรียน ได้แก่ ศึกษาขั้นตอนการทดลองให้เข้าใจ แบ่งหน้าที่ในการทำการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามหน้าที่ที่ได้รับหมอบหมาย และเขียนรายงานบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์หลังจากทดลองเสร็จสิ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน

บทบาทของครู(ผู้วิจัย) ได้แก่ มอบหมายภาระงานให้กับนักเรียน ชี้แจงรูปแบบงานและอธิบายลักษณะงานโดยละเอียด แจ้งอุปกรณ์เพื่อให้นักเรียนใช้ในการสร้างสรรค์ผลงาน โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ และดูแลอย่างใกล้ชิด มีการบันทึกพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนสร้างตัวแทนภาพของนักเรียนที่เกิดขึ้นในห้องเรียน

บทบาทนักเรียน ได้แก่ แบ่งกลุ่มและวางแผนการทำงาน ช่วยกันศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อมาสร้างสรรค์ผลงานให้ถูกต้องและสวยงาม

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้

บทบาทของครู(ผู้วิจัย) ได้แก่ ชี้แจงรูปแบบการนำเสนอก่อนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะขึ้นรายงาน และเมื่อการนำเสนอจบลง คอยกระตุ้นให้เกิดการซักถาม และการติชม กล่าวเสนอแนะงานของนักเรียนระหว่างกลุ่ม ซึ่งครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ และดูแลอย่างใกล้ชิด มีการบันทึกพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำเสนอความรู้ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในห้องเรียน

บทบาทนักเรียน ได้แก่ นำเสนอผลงานของกลุ่มตนเอง และตั้งใจฟังการนำเสนอของกลุ่มอื่น เมื่อฟังจบลงก็ซักถาม และให้ข้อติชม พร้อมข้อเสนอแนะงาน

2. แบบบันทึกการสะท้อนผล มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 กำหนดรูปแบบของแบบบันทึกสะท้อนผลเป็นแบบวัดแบบไม่มีโครงสร้างจากนั้นกำหนดหัวข้อที่จะใช้ในการบันทึก

2.2 พิจารณาหัวข้อแบบบันทึกโดยรวมให้ครอบคลุมทุกประเด็นที่ต้องการสะท้อนผล

2.3 นำหัวข้อในบันทึกความรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสม และได้รับคำแนะนำดังนี้

2.3.1 ควรมีลักษณะข้อคำถามนำบ้างหรือมีการอบรมร่วมระหว่างครูผู้สอนและครูที่ทำหน้าที่สะท้อนผล และครู ที่ทำหน้าที่สะท้อนผลการเรียนรู้ควรมีมากกว่า 1 คน เพื่อให้มองเห็นสภาพรอบด้านของการปรับปรุงเพื่อให้เกิดการ เรียนรู้แบบสร้างความรู้ด้วยตนเองและบริบทสังคมของนักเรียน เพราะการพัฒนาทักษะการสื่อสารไม่ได้เป็นการ พัฒนาโดยภาพรวม แต่เป็นการพัฒนารายบุคคล ถ้านักเรียนจำนวนมาก ครูคนเดียวจะสะท้อนผลร่วมได้ไม่ครบทุกคน

2.3.2 ควรเพิ่มรายละเอียดเกี่ยวกับการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ โดยแยกเป็นประเด็นดังนี้ 1.การเข้าถึงข้อมูล 2.การฟัง/สังเกต 3.การอ่านเชิงวิทย์ 4.การเขียนเชิงวิทย์ 5.การสร้างตัวแทนภาพ และ6.การนำเสนอข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลการสะท้อนครบถ้วนทุกมิติ

2.4 ปรับปรุงหัวข้อในการบันทึกตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.5 สร้างแบบบันทึกสะท้อนผล โดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นเตรียมสมอง 2) ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน 3) ขั้นปฏิบัติการกลุ่ม 4) ขั้นสร้างผลงาน และ 5) ขั้นนำเสนอความรู้ โดยแต่ละขั้นให้ผู้สะท้อนบันทึกจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา/ปรับปรุง และข้อเสนอแนะลงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วย อีกทั้งมีคำถามเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ถามว่าการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิส สามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 6 ด้าน ซึ่งได้แก่ 1.การเข้าถึงข้อมูล 2.การฟังและสังเกต 3.การอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ 4.การเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ 5.การสร้างตัวแทนภาพ และ 6.การนำเสนอข้อมูล ในเรื่องการทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้หรือไม่ อย่างไร

3. แบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

3.1 ศึกษาหลักการ ทฤษฎี ที่เป็นแนวคิดเกี่ยวกับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาหลักสูตร จุดประสงค์ ข้อบ่งชี้ด้านทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และเนื้อหาเรื่อง การทำงานของเซลล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.3 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการประเมินภาคปฏิบัติ (Performance Assessment) เพื่อใช้เป็นตัวประเมินทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

3.4 สร้างแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนน ประกอบด้วย 6 ทักษะ คือ ทักษะการเข้าถึงข้อมูล ทักษะการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการฟังและการสังเกต ทักษะการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการสร้างตัวแทนภาพ และทักษะการนำเสนอความรู้ความเข้าใจ

3.5 นำแบบวัดทักษะในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารรณาตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของคำถาม ความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัดและความเหมาะสมของเกณฑ์ และปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามให้ถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น

3.6 นำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของคำถาม ความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัดและความเหมาะสมของเกณฑ์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมให้สมบูรณ์ ซึ่งถือความคิดเห็นที่สอดคล้องกันของผู้เชี่ยวชาญร้อยละ 80 ขึ้นไปเป็นเกณฑ์ ซึ่งได้ข้อแนะนำดังนี้

3.6.1 ตรวจสอบคำศัพท์ที่ใช้ให้มีความถูกต้อง และปรับภาษาให้นักเรียนสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น

3.6.2 บทความควรมีคำอธิบายคำศัพท์เพิ่มเติมบางคำที่นักเรียนไม่เคยรู้จักหรือไม่เคยเรียนรู้มาก่อน และควรเพิ่มรายละเอียดให้ครอบคลุมออร์กาแนลของเซลล์ให้ชัดเจน

3.7 นำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4. แบบบันทึกพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

4.1 ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.2 กำหนดรูปแบบของแบบสังเกตพฤติกรรรมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบสังเกตแบบมีโครงสร้างกำหนดรายการพฤติกรรมที่แสดงถึงทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสังเกต และกำหนดเกณฑ์การปฏิบัติ

4.3 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการประเมินภาคปฏิบัติ (Performance Assessment) เพื่อใช้เป็นตัวประเมินในแบบบันทึกพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

4.4 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแล้วนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา โครงสร้างและภาษาที่ใช้แล้ว ดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตามข้อเสนอแนะ

4.4 นำแบบสังเกตพฤติกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบภาษาที่ใช้ ความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตและความเหมาะสมของเกณฑ์แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญให้สมบูรณ์ก่อนนำไปใช้จริง

4.5 นำแบบสังเกตพฤติกรรมในทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2564 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ใช้เวลาในการการเก็บรวบรวมทั้งหมด 20 คาบ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยประกอบไปด้วย 4 วงจรปฏิบัติการในการการดำเนินการเก็บข้อมูล ดังนี้

1. ปฐมนิเทศนักเรียนเพื่อชี้แจงเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสัญศาสตร์บนฐานทฤษฎีคอน-สตรัคติวิส ในรายวิชาชีววิทยา 1 ว31241 เรื่องการทำงานของเซลล์ พร้อมทั้งชี้แจงชุดประสงค์

2. ดำเนินการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การวางแผน (Plan) ได้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการทำงานของเซลล์ ซึ่งใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลจำนวน 20 คาบ โดยจะเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน 2564 – 29 กุมภาพันธ์ 2565

2.2 การลงมือปฏิบัติ (Action) นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการทำงานของเซลล์มาใช้ในการเก็บข้อมูล โดยขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง ให้นักเรียนอ่านบทความและมาอภิปรายร่วมกัน ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน นักเรียนดูวิดีโอแล้วจดบันทึกความรู้ลงสมุด จากนั้นค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อทำใบกิจกรรม ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการกลุ่ม นักเรียนทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และเขียนรานงานบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน นักเรียนสร้างองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาสร้างสรรค์เป็นผลงาน และขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้ นำเสนอหน้าชั้นเรียน หรืออัดวิดีโอนำเสนอ

2.3 การสังเกต (Observe) ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 โดยการสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสที่ออกแบบขึ้นและบันทึกลงในแบบบันทึกการสะท้อนผล และเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ทักษะที่เกิดขึ้นในห้องเรียนในขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง วัดทักษะการอ่านทางวิทยาศาสตร์ ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน วัดทักษะการฟัง&การสังเกต และทักษะการเข้าถึงข้อมูล ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการกลุ่ม วัดทักษะการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน วัดทักษะการสร้างตัวแทนภาพ และขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้ วัดทักษะการนำเสนอความรู้ความเข้าใจ และใช้แบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์วัดทักษะ ทั้ง 6 ทักษะด้วยเช่นกัน

2.4 การสะท้อนผล (Reflect) นำข้อมูลที่สังเกตได้มาวิเคราะห์ถึงข้อดี ข้อเสีย และแนวทางการปรับปรุงสำหรับวงจรปฏิบัติการต่อไป

3. นำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาพัฒนาและวางแผนแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสัญศาสตร์บนฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติที่ 2

4. นำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาพัฒนาและวางแผนแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสัญศาสตร์บนฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติที่ 3

5. นำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มาพัฒนาและวางแผนแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสัญศาสตร์บนฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติที่ 4

ตาราง 1 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

วงจรปฏิบัติการ	แผนการจัดการเรียนรู้	รูปแบบการสอน	หมายเหตุ
1	โครงสร้างของเซลล์		
	ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง	On-site	สลับกันมาเรียน
	ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน	On-site	สลับกันมาเรียน
	ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการกลุ่ม	On-site	สลับกันมาเรียน
	ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน	On-site	สลับกันมาเรียน
	ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้	On-site	สลับกันมาเรียน
2	การลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์		
	ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง	Online	เรียนพร้อมกัน
	ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน	Online	เรียนพร้อมกัน
	ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการกลุ่ม	Online	เรียนพร้อมกัน
	ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน	Online	เรียนพร้อมกัน
	ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้	On-site	สลับกันมาเรียน
3	การแบ่งเซลล์		
	ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง	On-site	สลับกันมาเรียน
	ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน	On-site	สลับกันมาเรียน
	ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการกลุ่ม	On-site	สลับกันมาเรียน
	ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน	On-site	สลับกันมาเรียน
	ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้	Online	เรียนพร้อมกัน
4	การหายใจระดับเซลล์		
	ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง	On-site	เรียนพร้อมกัน
	ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน	On-site	เรียนพร้อมกัน
	ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการกลุ่ม	On-site	เรียนพร้อมกัน
	ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน	Online	เรียนพร้อมกัน
	ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้	Online	เรียนพร้อมกัน

หมายเหตุ นักเรียนถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม และสลับวันมาเรียน

6. ทดสอบทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ หลังกระบวนการเรียนรู้

7. นำข้อมูลที่สังเกตได้มาวิเคราะห์ และสรุปถึงข้อดี ข้อเสีย และข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิส เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรน่า 2019 ประกอบด้วยคำถามวิจัย 2 ข้อ โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการตอบคำถามวิจัยโดนอาศัยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ดังนี้

1. เตรียมข้อมูลดิบที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ถอดความข้อมูลที่รวบรวมได้ออกมาเป็นข้อมูลเชิงบรรยาย จัดกลุ่มข้อมูลดิบว่าข้อมูลใดสามารถตอบคำถามวิจัยได้

1.1 คำถามวิจัย 1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึมเพื่อทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ควรเป็นอย่างไร เตรียมข้อมูลดิบที่เก็บรวบรวมได้จากแบบบันทึกการสะท้อนผล ที่มีความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการใช้แหล่งข้อมูลมากกว่า 1 แหล่ง ในการให้ข้อมูลประเด็นเดียวกันและใช้เครื่องมือวิจัยเก็บข้อมูลชนิดเดียวกัน (Resource triangulation) คือ ผู้วิจัย และครูประจำการที่มีประสบการณ์ทางการสอน

1.2 คำถามวิจัย 2) เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสัญศาสตร์บนฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม เรื่อง การทำงานของเซลล์ จะพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร เตรียมข้อมูลดิบที่เก็บรวมรวมได้จากการใช้เครื่องมือวิจัยมากกว่า 1 ชนิด สำหรับเก็บข้อมูลชนิดเดียวกัน (Method triangulation) เพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ แบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และแบบบันทึกพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

2. นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาคัดเลือกข้อมูลดิบที่รวบรวมได้ว่าส่วนใดสามารถตอบคำถามวิจัยได้แล้วเก็บไว้ ส่วนที่มาเกี่ยวข้องกับการวิจัยก็ตัดทิ้งไป

3. วิเคราะห์และตีความหมายข้อมูลที่คัดเลือกได้ โดยการดึงข้อมูลส่วนที่สำคัญออกมา ซึ่งข้อมูลที่คัดเลือกจากแบบบันทึกการเรียนรู้ที่มีการวิเคราะห์การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ทักษะ คือ ทักษะการเข้าถึงข้อมูล ทักษะการฟังและการสังเกต ทักษะการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการเขียนเชิงวทยาศาสตร์ ทักษะการสร้างตัวแทนภาพ และทักษะการนำเสนอความรู้ความเข้าใจ

4. รวมกลุ่มข้อมูล โดยข้อมูลที่มีรูปแบบเดียวกันให้จัดอยู่ในหมวดหมู่ (Category) เดียวกัน เพื่อให้เกิดรูปแบบ (Pattern) ของข้อมูลที่ตกผลึกแล้วใช้ตอบคำถามวิจัยในแต่ละข้อ

ตาราง 2 รูปแบบการวิเคราะห์พฤติกรรมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

ทักษะการสื่อสาร	รหัส (code)	ความหมาย	ตัวอย่างพฤติกรรม	ระดับ
ทักษะการเข้าถึงข้อมูล (IR)	IR1	การค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย และมีความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ซึ่งมีการพิจารณาข้อมูลเพื่อใช้ทำกิจกรรม หรือตอบคำถามให้ถูกต้องและครบถ้วน อีกทั้งมีการเขียนอ้างอิงกำกับ	*ไวรัส คือ..... จาก sciplanet (ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา) (S5,20 ตุลาคม 2564)*	ดีมาก
	IR2	การค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย มีการพิจารณาข้อมูลเพื่อใช้ทำกิจกรรม หรือตอบคำถามให้ถูกต้องและครบถ้วน มีการเขียนอ้างอิงกำกับ แต่แหล่งข้อมูลที่ใช้ไม่น่าเชื่อถือ เพื่อหาคำตอบและปฏิบัติกิจกรรม	*ไวรัส คือ.... จาก Wikipedia (S9,20 ตุลาคม 2564)*	ดี
	IR3	การค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ซึ่งมีการพิจารณาข้อมูลเพื่อใช้ทำกิจกรรม หรือตอบคำถามให้ถูกต้องและครบถ้วน แต่ไม่มีการเขียนอ้างอิงกำกับ	*ไวรัส คือ... (S12,20 ตุลาคม 2564)*	พอใช้
	IR4	ใช้ข้อมูลจากผู้วิจัย ไม่มีการค้นคว้าเพิ่มเติม หรือข้อมูลที่นำมาใช้ในการทำกิจกรรมไม่ครบถ้วน หรือไม่ถูกต้อง	*(S15,20 ตุลาคม 2564)*	ปรับปรุง

ทักษะการสื่อสาร	รหัส (code)	ความหมาย	ตัวอย่างพฤติกรรม	ระดับ
ทักษะการฟังและการสังเกต (LO)	LO1	นักเรียนสามารถจับประเด็นจากการฟังและสังเกต แล้วสรุปความเข้าใจเหล่านั้นลงในสมุด หรือตอบคำถามจากการฟังได้อย่างถูกต้อง	*การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เป็นการแบ่งเซลล์ของร่างกาย และจำนวนโครโมโซมของเซลล์ผลลัพธ์เท่ากับเซลล์เริ่มต้น (S25,18มกราคม 2565)*	ดีมาก
	LO2	นักเรียนไม่สามารถจับประเด็นจากการฟังและสังเกต ได้ ทำให้การจดบันทึกเป็นการลอกข้อความทั้งหมดลงไป หรือตอบคำถามจากการฟังได้ถูกต้องบางข้อ	*การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เป็นการแบ่งเซลล์สัตว์ (S24,18มกราคม 2565)*	ปรับปรุง
ทักษะการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ (SR)	SR1	นักเรียนสามารถสรุปใจความสำคัญของเนื้อหาได้ เชื่อมโยงไปยังมโนทัศน์ของเนื้อหาที่จะเรียนได้ และสามารถตั้งสมมติฐานจากบทความที่อ่านได้	*แบคทีเรียหายใจได้เหมือนมนุษย์ซึ่งมีการหายใจแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน (S10,1กุมภาพันธ์ 2565)*	ดีมาก
	SR2	นักเรียนสามารถสรุปใจความสำคัญของเนื้อหาได้ เชื่อมโยงไปยังมโนทัศน์ของเนื้อหาที่จะเรียนได้ในบางครั้ง และสามารถตั้งสมมติฐานจากบทความที่อ่านได้	*เซลล์มีการหายใจเหมือนมนุษย์ คือใช้ออกซิเจนในการหายใจ (S16,1กุมภาพันธ์ 2565)*	พอใช้
	SR3	นักเรียนสรุปใจความสำคัญได้ แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงไปหามโนทัศน์ของเนื้อหาที่จะเรียน	*แบคทีเรียมีการหายใจซึ่งมีไว้เพื่อการอยู่รอด (S22,1กุมภาพันธ์ 2565)*	ปรับปรุง

ทักษะการสื่อสาร	รหัส (code)	ความหมาย	ตัวอย่างพฤติกรรม	ระดับ
		และสมมติฐานที่ตั้งไม่ตรงกับบทความที่อ่าน		
ทักษะการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ (SW)	SW1	นักเรียนเขียนองค์ประกอบในรายงานบทปฏิบัติการได้ถูกต้องและครบถ้วน สามารถสร้างตารางหรือกราฟแสดงผลการทดลองได้อย่างชัดเจน และสรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง	*รายงานบทปฏิบัติการเรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบออกซิเจนเพียงพอ ของกลุ่ม A*	ดีมาก
	SW2	นักเรียนเขียนองค์ประกอบในรายงานบทปฏิบัติการได้ถูกต้องและครบถ้วนสามารถสร้างตารางหรือกราฟแสดงผลการทดลองได้อย่างชัดเจน แต่สรุปผลการทดลองไม่ถูกต้อง	*รายงานบทปฏิบัติการเรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบออกซิเจนเพียงพอ ของกลุ่ม B*	พอใช้
	SW3	นักเรียนเขียนองค์ประกอบในรายงานบทปฏิบัติการได้ถูกต้องและครบถ้วน แต่ตารางบันทึกผลไม่มีความชัดเจน และสรุปผลการทดลองไม่ถูกต้อง	*รายงานบทปฏิบัติการเรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบออกซิเจนเพียงพอ ของกลุ่ม C*	ปรับปรุง
ทักษะการสร้างตัวแทนภาพ (VR)	VR1	นักเรียนสามารถวาดรูปตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง มีความชัดเจนของภาพ และสื่อถึงมโนทัศน์ของเนื้อหาได้อย่างชัดเจน	*รูปการณ์แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของยูกลีนาที่มีการวาดรูปการณ์แบ่งตัวจาก 1 เป็น 2 โดยเป็นรูปร่างของยูกลีนา และมีจำนวนโครโมโซม*	ดีมาก

ทักษะการสื่อสาร	รหัส (code)	ความหมาย	ตัวอย่างพฤติกรรม	ระดับ
			ภายในถูกต้อง (S25, 23 มีนาคม 2565)	
	VR2	นักเรียนสามารถวาดรูปตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง มีความชัดเจนของภาพ แต่การสื่อถึงมโนทัศน์ของเนื้อหามีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย	*รูปการณ์แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของยูกลีนาที่มีการวาดรูปการณ์แบ่งตัวจาก 1 เป็น 2 โดยเป็นรูปร่างของยูกลีนา และมีจำนวนโครโมโซมภายในไม่ถูกต้อง (S6, 23 มีนาคม 2565)*	พอใช้
	VR3	ภาพที่นักเรียนวาดมีความคลาดเคลื่อนของความเข้าใจและไม่ค่อยชัดเจน แต่สามารถสื่อถึงมโนทัศน์ของเนื้อหาเบื้องต้นได้	*วาดรูปการณ์แบ่งเซลล์แบบไมโทซิส(ทรงกลม) (S17, 23 มีนาคม 2565)*	ปรับปรุง
ทักษะการนำเสนอความรู้ความเข้าใจ (KP)	KP1	นักเรียนออกเสียงคำศัพท์เฉพาะทางได้อย่างถูกต้อง มโนทัศน์ของเนื้อหาที่นำเสนอมีความครบถ้วนและถูกต้อง	*กระบวนการแรกของการหายใจระดับเซลล์คือ ขั้นไกลโครไลซิสเกิดขึ้นที่เมทริกซ์..... (S25, 23 มีนาคม 2565)*	ดีมาก
	KP2	นักเรียนนำเสนอมโนทัศน์ของเนื้อหาได้มีความถูกต้องแต่ขาดความครบถ้วน หรือคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์บางคำยังออกเสียงผิด	*กระบวนการแรกของการหายใจระดับเซลล์คือ ขั้นไกลโคลาซิสเกิดขึ้นที่เมทาริกซ์..... (S7, 23 มีนาคม 2565)*	พอใช้
	KP3	นักเรียนนำเสนอเนื้อหาได้ไม่ครบถ้วนหรือมีความ	*เซลล์มีการหายใจแบบ ...*	ปรับปรุง

ทักษะการสื่อสาร	รหัส (code)	ความหมาย	ตัวอย่างพฤติกรรม	ระดับ
		คลาดเคลื่อน และคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์บางคำยังออกเสียงผิด	*(S10, 23 มีนาคม 2565)*	

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยปฏิบัติการเชิงคุณภาพเรื่อง เรื่อง การประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติ-วิส เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรน่า 2019 ประกอบด้วย คำถามวิจัย 2 คำถาม คือ 1.) การจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ควรเป็นอย่างไร 2.) นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เมื่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เรื่อง การทำงานของเซลล์ หรือหรือไม่ อย่างไร ผู้วิจัยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 4 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งแต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การวางแผน (Plan) การลงมือปฏิบัติ (Act) การสังเกต (Observe) และสะท้อนผล (Reflect) เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย 1.) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสัญศาสตร์บนฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ว31241 ชีววิทยา 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด 4 แผนการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องโครงสร้างของเซลล์ จำนวน 3 คาบเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ จำนวน 2 คาบเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ จำนวน 4 คาบเรียน และแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการแบ่งเซลล์ จำนวน 3 คาบเรียน รวมทั้งหมด 12 คาบ 2.) แบบประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ และ 3.) แบบบันทึกพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ โดยข้อมูลที่เก็บรวบรวมประกอบด้วย ดังนี้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ควรเป็นอย่างไร

ในการพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการทำงานของเซลล์ โดยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบบันทึกการสะท้อน ที่สะท้อนผลวิจัยโดยผู้วิจัย และครูชีววิทยา ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 วงจรปฏิบัติการ โดยผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมีรายละเอียด ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของเซลล์

1. การวางแผน (Plan)

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างของเซลล์ ใช้ระยะเวลาในการจัดเก็บข้อมูลจำนวน 4 คาบ โดยเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 4 - 6 ตุลาคม 2564 ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง เป็นขั้นการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนใช้เวลาประมาณ 15 นาที โดยครูให้นักเรียนอ่านบทความ เรื่อง เซลล์ หน่วยที่เล็กที่สุดของชีวิต แล้วร่วมอภิปรายร่วมกัน ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน นักเรียนศึกษาเรียนรู้พื้นฐานจากวิดีโอ เรื่อง เซลล์ ใช้ระยะเวลา 35 นาที ขั้นที่ 3 ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อลงมือปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาโครงสร้างของเซลล์ผ่านกล้องจุลทรรศน์ ใช้เวลา 1 คาบ ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างแผนภาพสัญลักษณ์ออร์กาแนลของเซลล์ โดยใช้เวลา 1 คาบ และขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้ นักเรียนออกมานำเสนอชิ้นงานหน้าชั้นเรียน และมีการซักถามพร้อมร่วมชมเชยชิ้นงานของกลุ่มอื่น ใช้เวลา 1 คาบ

2. การลงมือปฏิบัติ (Act)

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง ใช้ระยะเวลาประมาณ 15 นาที โดยบทความที่ผู้วิจัยให้นักเรียนอ่านมีชื่อว่า เซลล์ หน่วยที่เล็กที่สุดของชีวิต มีเนื้อหาเปรียบเทียบระบบในร่างการกับโครงสร้างของรถยนต์และยกตัวอย่างการทำงานของเซลล์ในระบบร่างกายของมนุษย์เรา จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงบทความที่ได้อ่านไป โดยผู้วิจัยได้สังเกตทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ ผ่านทางการสนทนาหลังจากการอ่านบทความข้างต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน ใช้ระยะเวลาประมาณ 35 นาที เริ่มต้นจากที่ผู้วิจัยเปิดคลิปวิดีโอ เรื่อง [ชีวะ] เซลล์ : เซลล์พืช VS เซลล์สัตว์ต่างกันยังไง? และให้นักเรียนทำการจดบันทึกจากการดูและฟัง โดยผู้วิจัยจะหยุดคลิปวิดีโอเป็นช่วงๆ หากนักเรียนมีคำถาม หรือ ต้องการถามคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ เมื่อวิดีโอจบลง ผู้วิจัยจะแจกใบงาน เรื่องโครงสร้างของเซลล์ และให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยได้สังเกตทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการฟังและสังเกต ผ่านทางการจดบันทึกความรู้ลงในสมุด และด้านการเข้าถึงข้อมูล ผ่านทางแหล่งข้อมูลที่นักเรียนอ้างอิงจากการทำใบงาน

ขั้นที่ 3 ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม ใช้เวลา 1 คาบ โดยนักเรียนจะได้แบ่งกลุ่มเพื่อทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกิจกรรมในส่วนนี้นักเรียนจะได้ศึกษาโครงสร้างของเซลล์ผ่านกล้องจุลทรรศน์จากการส่องเซลล์รากชู และเซลล์กระพุ้งแก้ม ซึ่งเป็นสไลด์สด และสไลด์ถาวรของเซลล์เม็ดเลือดกบ และเซลล์ตามยาวของลำต้นพืช จากนั้นให้นักเรียนบันทึกการทดลองลงในบทปฏิบัติการทาง

วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้ให้แบบฟอร์มการบันทึกให้ล่วงหน้า โดยผู้วิจัยได้สังเกตทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ ผ่านทางบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละกลุ่ม

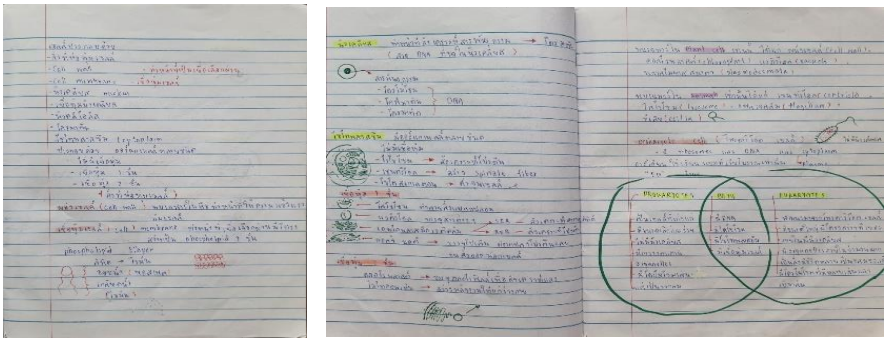
ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน ใช้เวลา 1 คาบ ในการสร้างอาณาจักรชาติพันธุ์ โดยนักเรียนนักเรียนร่วมกันออกแบบและวาดสัญลักษณ์ออร์กาแนลภายในเซลล์ ให้เป็นสถานที่ในอาณาจักรชาติพันธ์ของตนเอง และมีการตั้งชื่อแต่ละออร์กาแนลตามภาษาถิ่นของชาติพันธ์นั้นด้วย โดยผู้วิจัยได้สังเกตทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำเสนอข้อมูล ผ่านภาพอาณาจักรที่นักเรียนออกแบบไว้

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้ ใช้เวลา 1 คาบ นักเรียนตัวแทนกลุ่มนำชิ้นงานมานำเสนอหน้าชั้นเรียนทีละกลุ่ม จากนั้นให้กลุ่มอื่นที่ได้รับฟังได้แสดงความคิดเห็นถึงการสร้างอาณาจักรนั้นๆว่าสามารถสื่อสถานที่ที่สร้างขึ้นกับออร์กาแนลต่างๆได้อย่างชัดเจนหรือไหม โดยผู้วิจัยได้สังเกตทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำเสนอความรู้ ผ่านการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

3. การสังเกต (Observe)

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง เป็นกิจกรรมเริ่มต้นสำหรับเนื้อหา โดยผู้วิจัยจะให้เวลานักเรียน 10 นาทีในการอ่านบทความ

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน ผู้วิจัยเปิดวิดีโอให้ผู้เรียนได้ศึกษาพร้อมกันในห้องเรียน ซึ่งเนื้อหาในวิดีโอจะกล่าวถึงเซลล์พืช เซลล์สัตว์ เซลล์ยูคาริโอและเซลล์โปรคาลิโอต โดยผู้เรียนจะจดบันทึกตามวิดีโอไปด้วย ตามความตั้งใจของผู้วิจัยจะหยุดวิดิโอเป็นระยะเพื่อถามคำถามตรวจสอบความเข้าใจและการตั้งใจฟังของเด็กๆ แต่ผลกลับเป็นต้องหยุดวิดีโอในแต่ละช่วงใช้ระยะเวลาค่อนข้างนาน เนื่องจากนักเรียนจดเนื้อหาตามที่วิดีโอได้แสดงขึ้นทุกประโยค และขณะที่จดก็ไม่สามารถสอบถามคำถามอะไรได้ เนื่องจากนักเรียนจะสนใจแต่สิ่งที่จด ทำให้ไม่มีสมาธิกับคำถามที่ถามไป จึงใช้ระยะเวลานานกว่าที่ตั้งใจกว่าจะจบในช่วงของการฟังและสังเกต



ภาพ 2 สมุดจดบันทึกหลังจากดูวิดีโอ เรื่อง [ชีวะ] เซลล์ : เซลล์พืช VS เซลล์สัตว์ต่างกันยังไง?

หลังจากนั้นผู้วิจัยจะแจกใบงานเพื่อให้นักเรียนศึกษาและค้นคว้าเพิ่มเติมหาคำตอบ ซึ่งนักเรียนจะแบ่งพฤติกรรมออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่หยิบโทรศัพท์มือถือขึ้นมาค้นหาข้อมูล กับอีกกลุ่มที่เดินไปยังหลังห้องเรียนเพื่อหยิบหนังสือมาค้นหาข้อมูล ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มจะมีการปรึกษากันระยะเมื่อหาคำตอบในแหล่งของตัวเองไม่เจอ เมื่อนำใบงานมาส่งไม่มีนักเรียนคนใดเขียนแหล่งอ้างอิงที่ได้ค้นคว้ามา ผู้วิจัยจึงได้แนะนำความจำเป็นในเรื่องการเขียนแหล่งอ้างอิงและให้นักเรียนกลับไปแก้ไข

ขั้นที่ 3 ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม นักเรียนเตรียมต้นรากชูมาจากบ้าน จากนั้นได้แบ่งกลุ่มเพื่อเตรียมลงมือปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยอธิบายขั้นตอนและสิ่งที่นักเรียนจะต้องศึกษาให้ฟัง จากนั้นให้นักเรียนวางแผนแบ่งงานภายในกลุ่ม จากการสังเกตพฤติกรรมการทำงานของนักเรียนมี 2 ลักษณะ คือกลุ่มที่วางแผนหน้าที่ตั้งแต่ตอนแรกว่าใครจดบันทึก ใครส่องกล้อง หรือให้ใครเตรียมวัสดุที่จะนำมาส่อง ส่วนอีกกลุ่มจะเป็นลักษณะของการทำงานไปพร้อมๆกันในทุกขั้นตอน ไม่ได้มีการแบ่งหน้าที่กัน ผลจากการทำงาน คือ กลุ่มที่ 1 จะมาสอบถามข้อสงสัยแค่ก่อนเริ่มทำการทดลอง และสามารถร่วมมือกันทดลองจนสำเร็จอย่างรวดเร็ว แตกต่างกับอีกกลุ่มที่จะมาถามในทุกครั้งที่เจอปัญหาและไม่กล้าตัดสินใจในการลงมือปฏิบัติ ต้องคอยถามหรือไม่ก็สังเกตจากการทำงานของกลุ่มอื่น ทำให้งานไปเป็นอย่างล่าช้า

ส่วนในการบันทึกบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มีปัญหาในทุกกลุ่ม นักเรียนบันทึกผลการทดลองไม่ถูกต้อง และภาพที่วาดมานั้นบางกลุ่มอาจไม่ได้เกิดจากภาพจริงของวัสดุ แต่อาจเป็นรอยลายของแผ่นสไลด์ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถวาดภาพเปรียบเทียบกับโครงสร้างจำลองของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้ ผู้วิจัยต้องแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหลายครั้ง เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง

ภาพ 3 นักเรียนทำการทดลองศึกษาโครงสร้างของเซลล์พืชและสัตว์

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน ผู้วิจัยได้ชี้แจงรูปแบบงานให้กับผู้เรียน ซึ่งแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนที่รับผิดชอบเซลล์พืช และส่วนที่รับผิดชอบเซลล์สัตว์ หลังจากนั้นให้นักเรียนเข้ากลุ่มเพื่อวางแผนดำเนินงาน โดยในช่วงของการเริ่มต้นการดำเนินกิจกรรม จะจัดจำแนกนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรก คือ กลุ่มที่สามารถเริ่มงานได้ทันทีหลังจากฟังคำชี้แจง มีการแบ่งหน้าที่ออกเป็นส่วนๆ ทั้งคนวาดรูป คนคิดสัญลักษณ์ คนคิดชื่อภาษาถิ่นที่จะมาใช้เรียกออรกาแนลต่างๆ และ คนออกแบบผังอาณาจักรให้ถูกต้องตามชนิดเซลล์ที่ได้เลือกมา ส่วนอีกกลุ่มนั้น นั่งนิ่ง ไม่สามารถเริ่มต้นการทำงานได้ ผู้วิจัยต้องเข้าไปกระตุ้นให้ประชุมวางแผนอยู่หลายครั้ง จึงจับประเด็นปัญหาได้ว่า นักเรียนไม่แน่ใจในเนื้อหาจึงไม่กล้าออกแบบงาน จึงให้นำใบงานที่ให้ทำไปครั้งก่อนออกมา จากนั้นให้จำแนกออร์กาเนลที่พบในพืชและในสัตว์ จากนั้นให้ลองประชุมคุยงานกันอีกครั้ง ซึ่งพอนักเรียนสามารถจำแนกแยกออร์กาแนลในเซลล์พืชและสัตว์ได้ ก็เริ่มทำงานได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น

ภาพ 4 ผลงานอาณาจักรของนักเรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้ ให้นักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนที่ล่ะกลุ่ม ทุกกลุ่มมีการเตรียมความพร้อมทำงานสำเร็จตามเวลาที่กำหนด ซึ่งลักษณะการนำเสนอของแต่ละกลุ่มจะมีความคล้ายคลึงกัน คือ ไม่มีความมั่นใจในการนำเสนอ ทุกกลุ่มจะพกหนังสือหรือใบที่ได้จดบันทึกรายละเอียดของออร์กาแนลมาด้วย และในช่วงที่ต้องกล่าวถึงออร์กาแนลต่างๆและหน้าที่ของมัน ก็จะก้มอ่านในหนังสือหรือในใบจดบันทึก ซึ่งมีทั้งคนที่สามารถออกเสียงชื่อออร์กาแนลได้อย่างถูกต้องและบางคนออกเสียงผิด แต่มีเพียงหนึ่งกลุ่มเท่านั้นที่สามารถนำเสนอได้อย่างฉะฉาน บอกหน้าที่และชื่อ

ออกาแนลได้อย่างถูกต้อง มั่นใจ ปัญหาที่พบในระหว่างการนำเสนองานของนักเรียน คือ นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของเนื้อหา บางสัญลักษณ์ที่นำมาแทนออร์กาแนลนั้นมีความคลาดเคลื่อนไม่ตรงกับหน้าที่หรือลักษณะของมัน เช่น ไมโทคอนเดรียกับถังขยะ ไลโซโซมกับบ่อน้ำ หรือ เพอร็อกซิโซมกับกังหันลม

ภาพ 5 นักเรียนนำเสนอเรื่อง อาณาจักรของเซลล์

4. สะท้อนผล (Reflect)

การจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 1 หลังจากที่อ่านบทความผู้วิจัยไม่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายเกี่ยวกับบทความได้ ซึ่งคำถามหลายคำถามที่ถามไปหวังเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่จะสอนได้รับการตอบกลับมาค่อนข้างน้อย ส่งผลให้ไม่สามารถประเมินได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจจากการอ่านบทความมากน้อยเพียงใด และการตั้งสมติฐานร่วมกันถึงหน้าที่ที่ออร์กาแนลในเซลล์ควรมีจึงไม่เกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงโยงประเด็นที่จะสอนกับภาพเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ให้เข้ากับความรู้เก่าที่ผ่านของของนักเรียน ซึ่งเป็นการทบทวนเนื้อหาไปด้วย อีกทั้งก็ได้รับการตอบสนองกลับมาบ้างโดยการเรียกตอบเป็นรายบุคคล จากปัญหาผู้วิจัยจึงต้องนำไปปรับกับวงจรถัดไป อาจเนื่องมาจากบทความที่นำมาไม่ใช่ข่าวสารที่ใกล้ตัว และไม่น่าตื่นเต้นเท่าที่ควร ทำให้นักเรียนไม่ดูกระตือรือร้นหรือสนใจเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงต้องปรับบทความให้เหมาะสมมากขึ้น และอาจให้ประเด็นหัวข้อให้นักเรียนสามารถจับจุดก่อนที่จะอ่านบทความ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถอภิปรายร่วมกันได้

การจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 2 วิดีโอที่ผู้วิจัยนำมาเปิดเพื่อสร้างมโนทัศน์เบื้องต้นให้นักเรียนนั้นมีทั้งเสียงพากษ์ภาษาไทย และมีคำบรรยายไทยอยู่ ทำให้สามารถเพิ่มความเข้าใจให้กับนักเรียนได้มากขึ้น แต่ปัญหาที่ตามมา คือ นักเรียนใช้เวลาจดบันทึกนานเกินไป ซึ่งผู้วิจัยต้องหยุดวิดีโอบ่อยครั้งเพื่อให้นักเรียนจดตามคำบรรยาย อาจเกิดจากการที่ผู้วิจัยไม่ได้ให้ใจความหลักของความรู้ให้นักเรียน

รับทราบก่อนการดูวิดิโอ ทำให้นักเรียนไม่สามารถจับใจความสำคัญของเนื้อหาและทำการจดบันทึกได้ ซึ่งในวงจรปฏิบัติถัดไป ผู้วิจัยควรชี้แนะมโนทัศน์ที่จะทำการเรียนรู้เบื้องต้นก่อน เพื่อง่ายต่อการศึกษาและการปฏิบัติกิจกรรมของผู้เรียน

การจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 3 ข้อดี คือ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งเป็นครั้งแรกที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงมีการอธิบายวิธีการทดลองอย่างละเอียด อีกทั้งมีแบบฟอร์มในการบันทึกให้กับนักเรียน แต่ขาดตัวอย่างหรือรูปแบบการเขียนรายงานให้นักเรียนศึกษาก่อนเป็นเบื้องต้น จึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถทำการบันทึกข้อมูลและการสรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง แนวทางในการปรับปรุงและแก้ไข ผู้วิจัยดูแลอย่างใกล้ชิดและเรียกมาแนะนำที่ละกลุ่ม เช่น การวาดภาพเซลล์ที่เห็นที่ถูกต้องควรเป็นอย่างไร (ภาพที่นักเรียนวาดเป็นภาพสไลด์ที่มีรอยเปื้อน) หรือ การสรุปผลคือต้องสรุปว่าเซลล์พืชต้องมีลักษณะอย่างไรบ้าง และเซลล์สัตว์ควรมีลักษณะอย่างไร เป็นต้น

การจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 4 ข้อดี คือ นักเรียนได้ฝึกการสื่อสารการวางแผนภายในกลุ่ม และได้ใช้จินตนาการเชื่องโยงความรู้จากที่ได้ศึกษาไปกับสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว แต่บางกลุ่มมีปัญหาในเรื่องความไม่เข้าใจในรายละเอียดงานและลักษณะของงาน เกิดจากการที่ผู้วิจัยไม่มีตัวอย่างชิ้นงาน หรือการสื่อสารถึงชิ้นงานอาจไม่ชั้นเจนพอ ทำให้การเริ่มต้นในการงานไม่ราบรื่น และล่าช้า แนวทางในการปรับปรุงและแก้ไข ผู้วิจัยคอยสังเกตและเข้าไปพูดคุยกับกลุ่มที่ดูมีปัญหา จากนั้นคอยชี้แนะถึงรูปแบบงาน เช่น นักเรียนได้โจทย์เป็นเซลล์พืช หรือเซลล์สัตว์ แล้วเซลล์เหล่านั้นมีรูปร่างแบบไหนและมีออร์กาแนลอะไรอยู่ภายในบ้าง ซึ่งแต่ละออร์กาแนลนั้นมีหน้าที่ทำอะไร หากจะสร้างสัญลักษณ์มาแทนออร์กาแนลนั้น นักเรียนจะแทนด้วยอะไร เป็นต้น

การจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 5 ข้อดี คือ นักเรียนบางกลุ่มสามารถสื่อสารงานที่นำเสนอได้อย่างถูกต้อง งานมีความน่าใจ และมีความคิดสร้างสรรค์ของงาน แต่บางกลุ่มมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของงาน ข้อมูลที่นำเสนอบางส่วนมีความผิดพลาดและการออกเสียงชื่อออร์กาแนลผิดเพี้ยนไป ซึ่งเกิดจากการที่ผู้วิจัยไม่ได้มีการกล่าวทวน หรือเอ่ยซ้ำถึงชื่อของออร์กาแนลต่างๆ ทำให้การรับสารของนักเรียนเกิดขึ้นเพียงรอบเดียวจากวิดีโอ นอกนั้นก็เป็นจากการการศึกษาเนื้อหาด้วยตนเอง แนวทางในการปรับปรุงและแก้ไข หลังจากการนำเสนอผู้วิจัยก็ชี้แนะข้อผิดพลาดและทำการแก้ไขโดยทันที

ตาราง 3 การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1

การจัดการเรียนรู้	จุดพัฒนา/ปรับปรุง	จุดเด่น	ข้อเสนอแนะ
ขั้นเตรียมสมอง	เมื่อมีการถามคำถาม นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามได้	นักเรียนทบทวนความรู้เก่าก่อนลงเนื้อหาใหม่จากการอ่านบทความและภาพเซลล์	ผู้วิจัยเรียกตอบคำถามเป็นรายบุคคล และปรับบทความให้มีความน่าสนใจในวงจรถัดไป
ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน	นักเรียนไม่สามารถจับใจความสำคัญของเนื้อหาและทำการจดบันทึกได้อย่างล่าช้า เนื่องจากไม่เคยฝึกการจดแบบสั้นๆ(short note)	วิดิโอที่ผู้วิจัยนำมาเปิดมีทั้งเสียงพากษ์ภาษาไทย และมีคำบรรยายไทย ซึ่งเพิ่มเข้าใจให้กับผู้เรียน	ผู้วิจัยควรให้นักเรียนทราบมโนทัศน์เบื้องต้นหรือเนื้อหาที่จะเรียนเพื่อให้นักเรียนรู้ประเด็นที่จะรับฟัง และศึกษา
ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม	นักเรียนไม่เคยเรียนรู้การเขียนรายงานบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มาก่อน ทำให้ไม่สามารถบันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองอย่างถูกต้องได้	นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และเขียนบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ครั้งแรก	ผู้วิจัยเรียกตรวจสอบระหว่างบันทึกผลเป็นรายกลุ่ม เพื่อให้แนวทางแก้ไข ก่อนส่งงานจริง
ขั้นสร้างผลงาน	นักเรียนไม่เข้าใจรูปแบบ/ลักษณะของผลงาน ทำให้การเริ่มต้นทำงานล่าช้า เนื่องจากผู้วิจัยไม่มีตัวอย่างชิ้นงาน หรือการสื่อสารถึงชิ้นงานอาจไม่ชัดเจนพอ	นักเรียนสร้างองค์ความรู้ที่เชื่อมโยงกับสิ่งที่ได้ศึกษาไปก่อนหน้านี้ โดยเป็นการสร้างสรรค์งานอย่างอิสระ	ผู้วิจัยสอบถามถึงปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงานทีละกลุ่ม และทำการแก้ไขปัญหาเหล่านั้นทันที

การจัดการเรียนรู้	จุดพัฒนา/ปรับปรุง	จุดเด่น	ข้อเสนอแนะ
ขั้นนำเสนอความรู้	นักเรียนได้ศึกษาหรือรับฟังชื่อออร์กาแนลต่างๆ จากวีดิโอเพียงรอบเดียว ทำให้ข้อมูลที่นำเสนอบางส่วนมีความผิดพลาดและการออกเสียงชื่อออร์กาแนลผิดเพี้ยนไป	นักเรียนได้ฝึกการนำเสนอหน้าชั้นเรียน	ผู้วิจัยแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นพร้อมกันหลังจากนำเสนอเสร็จครบทุกกลุ่ม

วงจรปฏิบัติการที่ 2

การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การลำเลียงสารเข้าออกเซลล์

1. การวางแผน (Plan)

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การลำเลียงสารเข้าออกเซลล์ใช้ระยะเวลาในการจัดเก็บข้อมูลจำนวน 4 คาบ โดยเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 15-19 พฤศจิกายน 2564 ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง เป็นขั้นการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนใช้เวลาประมาณ 20 นาที โดยครูให้นักเรียนอ่านบทความ เรื่อง คนไทยไม่บ้า กับอะมีบากินสมอง แล้วร่วมอภิปรายร่วมกัน ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน นักเรียนศึกษาเรียนรู้พื้นฐานจากวิดีโอ เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์ ใช้ระยะเวลา 30 นาที ขั้นที่ 3 ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อลงมือปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาเรื่องการออสโมซิส ใช้เวลา 1 คาบ ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้าง .gif ของการลำเลียงสาร โดยใช้เวลา 1 คาบ และขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้ นักเรียนออกมานำเสนอชิ้นงานหน้าชั้นเรียน และมีการซักถามพร้อมร่วมชมเชยชิ้นงานของกลุ่มอื่น ใช้เวลา 1 คาบ

2. การลงมือปฏิบัติ (Act)

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง เนื่องจากสถานการณ์โควิด ทำให้ช่วงนั้นโรงเรียนสั่งปิดทุกชั้นเรียนเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ผู้วิจัยจึงปรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยการนำวิดีโอการลำเลียงสารของอะมีบา และบทความ เรื่องคนไทยไม่บ้า กับอะมีบากินสมอง ใส่ลงในโปรแกรม padlet จากนั้นให้เวลานักเรียน 3 วันเพื่อเข้าไปอ่าน และร่วมอภิปรายตามหัวข้อที่ให้ไป ดังนี้

1. อะมีบามีการเคลื่อนไหวอย่างไร

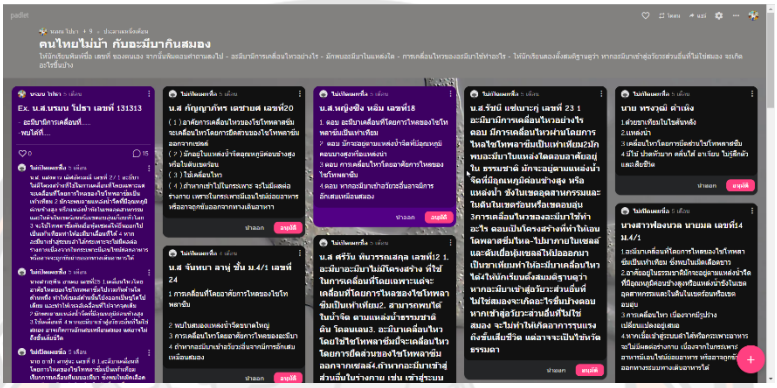
2. มักพบอะมีบาในแหล่งใด

3.การเคลื่อนไหวของอะมีบาใช้ทำอะไร

4. ให้นักเรียนลองตั้งสมติฐานดูว่า

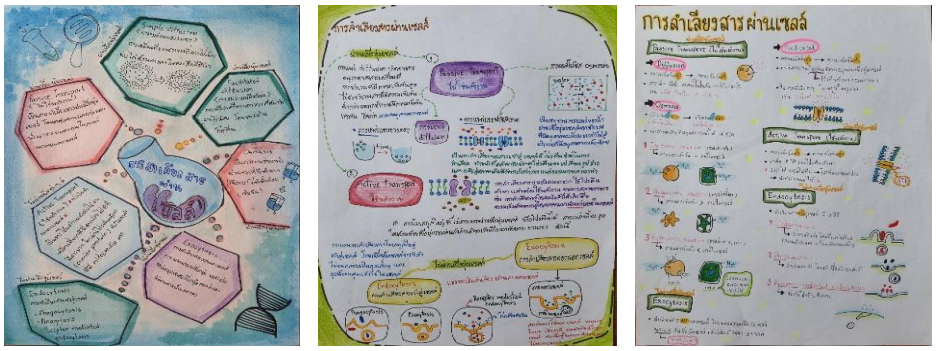
5. หากอะมีบาเข้าสู่อวัยวะส่วนอื่นที่ไม่ใช่สมอง จะเกิดอะไรขึ้นบ้าง

จากนั้นได้นัดหมายอภิปรายร่วมกันผ่านโปรแกรม google meet ตามประเด็นที่นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นไป



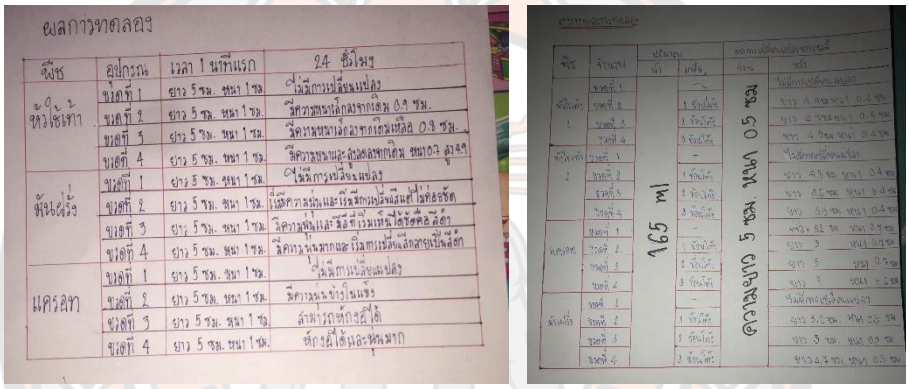
ภาพ 6 บอร์ดอภิปรายของนักเรียน เรื่อง คนไทยไม่บ้า กับอะมีบากินสมอง

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน ส่งวิดีโอ เรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์(Membrane Transport) ให้นักเรียนดูล่วงหน้าก่อนจะนัดหมายเรียนออนไลน์ผ่านโปรแกรม google meet ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจหลังจากดูวิดีโอ และแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน จากนั้นให้นักเรียนสรุปเนื้อหาในรูปแบบของแผนผังความคิด



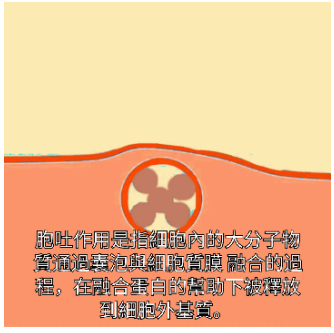
ภาพ 7 แผนผังความคิด เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์

ขั้นที่ 3 ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม เนื่องจากสถานการณ์โควิด ทำให้ช่วงนั้นโรงเรียนสั่งปิดทุกชั้นเรียนเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ผู้วิจัยจึงปรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยการอธิบายขั้นตอนในการทำวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ และรูปแบบการทดลองให้นักเรียนทราบล่วงหน้าผ่าน โปรแกรม google meet จากนั้นให้นักเรียนแบ่งกลุ่มการทดลองและแบ่งหน้าที่การทำงาน (เพราะต้องดำเนินการทดลองคนล่ะบ้าน) โดยกำหนดเวลาให้นักเรียน 3 วัน ส่งผลการทดลองของกลุ่มตนเองเข้าในกลุ่มงาน google classroom และวันถัดไปนักเรียนและครูร่วมดูผลการทดลองร่วมกัน ผ่าน โปรแกรม google meet เมื่อปรับแก้การบันทึกผลก็ให้นักเรียนนำไปแก้ไขเป็นรายงานผลปฏิบัติการ



ภาพ 8 ผลการทดลองที่นักเรียนส่งเข้า google classroom

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน ผู้วิจัยมอบหมายงานให้นักเรียนสร้างเป็นแฟ้มภาพเคลื่อนไหว (.gif) หรือ สตอปโมชั่น (stop motion) โดยเลือกเนื้อหาจากกำระบวนการลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์มากลุ่มล่ะ 2 หัวข้อ จากนั้นให้ส่งงานเข้า google classroom เพื่อเตรียมนำเสนอ



ภาพ 9 ภาพเคลื่อนไหวการลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์

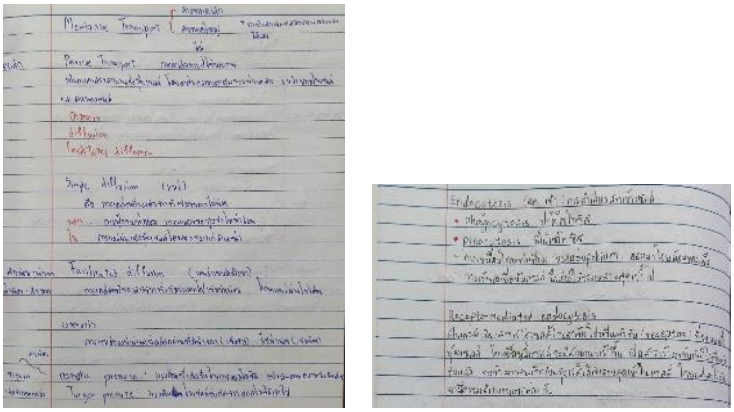
ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้ นักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนทีละกลุ่ม โดยรูปแบบการนำเสนอ คือ อธิบายรูปแบบของการเคลื่อนที่ของสารและลักษณะการลำเลียงสารที่พบในชีวิตประจำวัน หลังจากนำเสนอจะให้สมาชิกกลุ่มอื่นได้กล่าวถึงข้อดีและสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ซึ่งการนำเสนอ 1 กลุ่มจะตามด้วยการเสนอแนะของกลุ่มอื่นอีก 2 กลุ่ม

ภาพ 10 การนำเสนองานหน้าชั้นเรียน เรื่อง การลำเลียงสารเข้าออกเซลล์

3. การสังเกต (Observe)

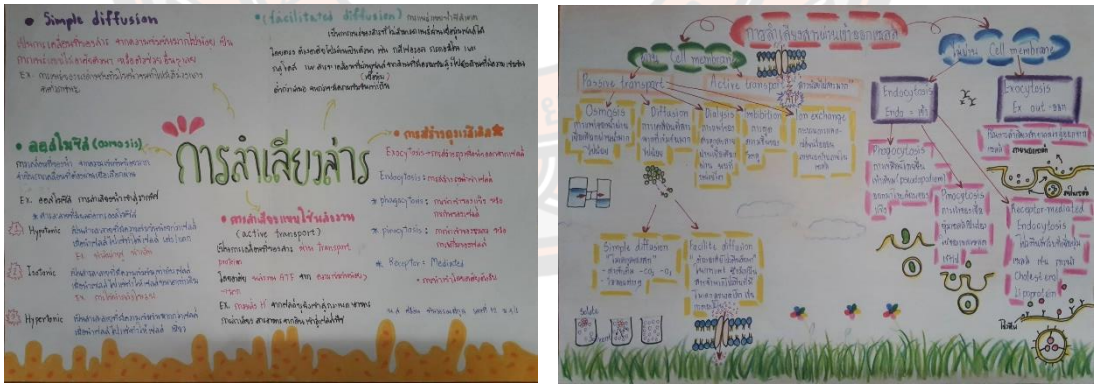
ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง นักเรียนตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นในกระดานแสดงความคิดเห็นออนไลน์ครบทุกคน โดยคำตอบเหล่านั้นได้มาจากการสรุปจากการอ่านบทความ และในช่วงที่อภิปรายร่วมกันบนช่องทางออนไลน์ นักเรียนก็สามารถตอบได้อย่างฉะฉาน แสดงให้เห็นถึงความสนใจและความเข้าใจในเนื้อหา ถึงแม้ผู้วิจัยจะต้องเรียกชื่อเพื่อให้ตอบคำถามมากกว่าการอาสาตอบด้วยตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน จากการดูสมุดจดบันทึกและการตอบคำถามระหว่างการเรียนออนไลน์ผ่านระบบ google meet พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในมโนทัศน์เรื่องการลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์ ซึ่งสามารถจำแนกรูปแบบการลำเลียงสารขนาดเล็กและขนาดใหญ่ และการลำเลียงสารแบบใช่พลังงานและไม่ใช่พลังงานได้



ภาพ 11 สมุดจดบันทึก เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์

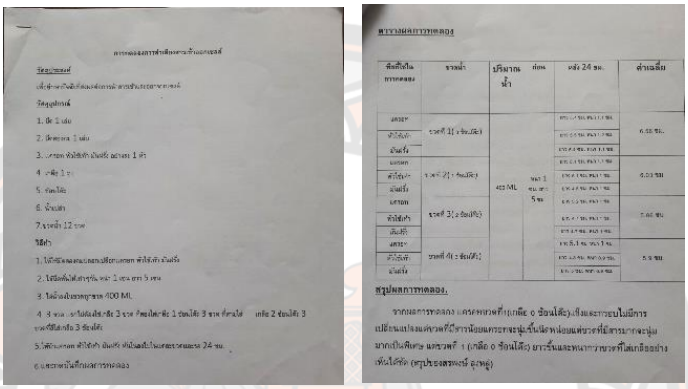
หลังจากการเรียนออนไลน์จบลงนักเรียนก็ไปดำเนินการสรุปเนื้อหาในรูปแบบของแผนผังความคิด ซึ่งผลงานของนักเรียนแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่สรุปเนื้อหาโดยใช้ภาพและตัวหนังสือ กับอีกกลุ่มที่ใช้เพียงตัวหนังสือเท่านั้น ความแตกต่างของงานทั้ง 2 รูปแบบคือ กลุ่มที่มีทั้งภาพและตัวหนังสือจะมีการค้นหาเพิ่มเติม ดูได้จากภาพที่ไม่ได้เหมือนจากที่ยกตัวอย่างระหว่างสอนไปและมีเนื่องหาบางส่วนที่ไม่ได้มีในวิดีโอ ส่วนกลุ่มที่ผลงานมีแต่ตัวหนังสือจะเป็นการสรุปเนื้อหาจากวิดีโอและที่สอนเพิ่มเติมในรูปแบบออนไลน์



ภาพ 12 ผลงานของนักเรียนรูปแบบแผนผังความคิดที่สรุปจากสิ่งที่สอนกับสรุปจากสิ่งที่สอนและค้นคว้าเพิ่มเติม

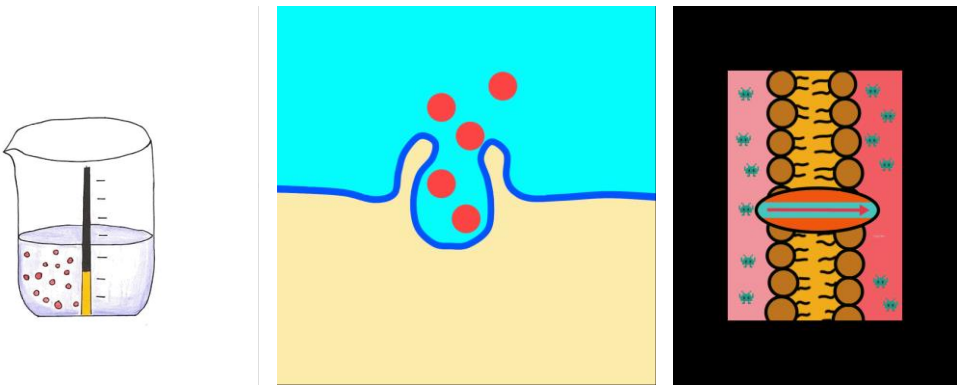
ขั้นที่ 3 ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม ผู้วิจัยและนักเรียนต้องร่วมพูดคุยก่อนจะลงมือปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ผ่านระบบออนไลน์ โดยตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ ปริมาณน้ำ ระยะเวลาในการทำการทดลอง ขนาดชิ้นพืชที่ใช้ในการทดลอง และจำนวนชิ้นพืชที่ใช้ทดลอง และตัวแปรต้นในการทดลอง

ครั้งนี้ คือ ปริมาณเกลือที่เติมลงในแก้วทดลอง และชนิดพืช โดยสมาชิกในกลุ่ม (กลุ่มเดียวกัน) จะรับผิดชอบพืชที่แตกต่างกัน และทำการแช่ชิ้นพืชที่บ้านของตนเองเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งทุกคนจะต้องมีชุดทดลอง 3 ชุด ที่มีความเข้มข้นของเกลือที่แตกต่างกัน จากนั้นก็ทำการบันทึกผล และส่งผลการทดลองของตนเองเข้าสู่ระบบออนไลน์ เพื่อที่จะอภิปรายร่วมกัน ซึ่งผลที่ผู้วิจัยได้รับจากทุกกลุ่ม คือ นักเรียนไม่เข้าใจกระบวนการทำซ้ำของการทดลอง จึงไม่ได้มีการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละความความเข้มข้น ส่งผลให้ต้องทำผลการทดลองใหม่อีกครั้ง



ภาพ 13 รายงานปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การลำเลียงสารแบบออสโมซิส

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนเลือกหัวข้อที่จะนำเสนอ และแสดงตัวอย่างของงานให้เห็นมากขึ้น ทำให้นักเรียนมีการสื่อสารและการวางแผนภายในกลุ่มได้ง่าย และส่งผลให้เข้าใจถึงปัญหาของงานกลุ่มตนเองได้อย่างรวดเร็วและสอบถามผู้วิจัยถึงหนทางปรับปรุงงาน เช่น เครื่องมือที่ใช้ ในตอนแรกบางกลุ่มตัดสินใจที่จะใช้คอมพิวเตอร์ในการสร้างผลงาน แต่เกิดปัญหาในเรื่องของการสร้างภาพให้มีความต่อเนื่อง จึงขอคำปรึกษาในวิธีการสร้างผลงาน เป็นต้น ซึ่งผลงานที่นักเรียนนำมาส่งนั้น ส่วนใหญ่แสดงถึงกระบวนการลำเลียงสารนั้นๆได้อย่างถูกต้อง แต่บางภาพขาดความต่อเนื่องของงานหรือสั้นเกินไป อาจเกิดความเข้าใจผิดเมื่อดูวิดีโอเหล่านั้นได้



ภาพ 14 ผลงานของนักเรียนที่มีข้อผิดพลาดในลักษณะของการเคลื่อนไหว

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้ การนำเสนองานถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มในการนำเสนอ 1 กลุ่มสามารถนำเสนอในคาบเรียนได้ ทำให้นักเรียนได้มีการสะท้อนความเห็นจากผลงานของเพื่อนได้ทันทีที่นำเสนอเสร็จ แต่อีกกลุ่มหนึ่งต้องหาเวลาว่างมานำเสนองานเอง ซึ่งเป็นนอกเวลา ทำให้สมาชิกในกลุ่มไม่ได้มีการสะท้อนชิ้นงานหลังจากนำเสนอ แต่ลักษณะของการนำเสนอทั้ง 2 กลุ่มมีความคล้ายกัน คือ อ่านข้อมูลจากที่จดมา มากกว่าที่จะพูดตามความเข้าใจ มีเพียง 2 กลุ่มย่อยเท่านั้นที่สามารถนำเสนองานโดยที่ไม่ต้องอ่านจากบทพูด และสามารถสื่อสารออกมาได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์ ส่วนกลุ่มอื่นอ่านได้อย่างถูกต้อง ไม่มีการออกเสียงคำศัพท์ผิด แต่จังหวะของการเว้นวรรคพูดมีผิดบ้างในบางกลุ่ม ซึ่งอาจจะส่งผลให้สารที่สื่อออกมา เกิดความเข้าใจผิดได้ เช่น การนำเสนอการออสโมซิส มีการพูดถึงการความเข้มข้น กับคำว่าเจือจางสลับไปมาบ่อยครั้ง ซึ่งผู้ฟังอาจเกิดความสับสนระหว่างการฟังได้

4. สะท้อนผล (Reflect)

การจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 1 ข้อดี คือ บทความที่ผู้วิจัยเลือกมาเป็นข่าวโรคภัยที่อยู่ใกล้ตัวผู้เรียน ซึ่งสร้างความสนใจและกระตือรือร้นให้นักเรียนมากขึ้น แต่เกิดสถานฉุกเฉินที่ผู้เรียนไม่สามารถมาโรงเรียนได้ ทำให้ผู้วิจัยต้องปรับรูปแบบการสอนกะทันหัน โดยไม่มีการแจ้งหรืออธิบายรูปแบบกิจกรรมให้นักเรียนทราบล่วงหน้า ส่งผลให้การดำเนินกิจกรรมตะกุกตะกักเล็กน้อย ซึ่งการสร้างกระดานแสดงความคิดเห็นออนไลน์นั้น ทำให้นักเรียนทุกคนได้กล้าแสดงความคิดเห็นจากการอ่านบทความที่ส่งแนบคู่กันไป แต่ผู้วิจัยต้องขยายเวลาในการทำกิจกรรมมากขึ้น เนื่องจากนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการทำกิจกรรมในลักษณะนี้ และพอถึงกำหนดหมายในการอภิปรายร่วมกันในรูปแบบ

ออนไลน์ ผู้วิจัยก็เรียกชื่อนักเรียนรายบุคคลเพื่อให้เกิดการตอบสนองและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมให้มากขึ้น ซึ่งก็ได้รับผลในทิศทางที่ดีขึ้น

การจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 2 จากปัญหาการปรับเปลี่ยนแผนข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยต้องปรับการสอนมาเป็นรูปแบบออนไลน์ โดยที่ผู้วิจัยและนักเรียนต่างไม่ชำนาญกับระบบการสอนแบบใหม่ ส่งผลให้การสร้างมโนทัศน์เบื้องต้นไม่ราบรื่น ผู้วิจัยจึงต้องส่งวิดีโอเนื้อหา และสไลด์การสอนให้นักเรียนศึกษาล่วงหน้า ก่อนที่จะนัดหมายการเรียนครั้งต่อไป การปรับรูปแบบกระทันหันส่งผลดีในเรื่องการเรียนครั้งต่อเปลี่ยนจากการสอนแบบบรรยายเป็นการสนทนาโต้ตอบ ซึ่งสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองในการเรียนได้มากขึ้น อีกทั้งสามารถตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนได้อย่างทั่วถึง โดยที่ผู้วิจัยจะเรียกถามเป็นรายบุคคล หาก 1 คนตอบไม่ได้ ก็จะเรียกคนถามเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนได้คำตอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์ หลังจากดำเนินการสอนครบทุกกระบวนการผู้วิจัยให้นักเรียนทำการสรุปความรู้ในรูปแบบแผนผังความคิด ซึ่งบางคนมีการค้นหาความรู้เพิ่มเติม บางคนไม่ แต่ทุกคนสามารถสรุปเนื้อหาได้อย่างถูกต้อง ถึงแม้บางคนจะทำได้ไม่สมบูรณ์ก็ตาม

การจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 3 ผู้วิจัยไม่สามารถจัดการทดลองให้กับนักเรียนได้ตามแผนที่วางไว้ เนื่องจากขาดความพร้อมของอุปกรณ์ เช่น เครื่องชั่งดิจิตอล หรือบีกเกอร์ที่มีขนาดเท่ากัน ส่งผลให้ต้องมีการปรับกระบวนการทดลองบางขั้นตอน เพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ครบทุกคนที่บ้านของตนเองได้ ซึ่งการปรับรูปแบบทำให้นักเรียนมีการสื่อสารและการวางแผนในการทำงานมากขึ้น เพื่อในผลการทดลองในกลุ่มของตนเองเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และคลาดเคลื่อนน้อยที่ส่ง แล้วเมื่อเกิดปัญหาก็ร่วมกันแก้ไข ส่งผลให้รายงานปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ในรอบสุดท้ายเป็นไปอย่างถูกต้องและค่อนข้างสมบูรณ์

การจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 4 ข้อดี รูปแบบผลงานในลักษณะของภาพเคลื่อนไหวใช้ตรวจสอบความเข้าใจของงานนักเรียนได้ค่อนข้างดี ซึ่งผลงานที่ส่งมามีทั้งกลุ่มที่สื่อกระบวนการลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์ได้อย่างถูกต้อง เช่นการโอบกินแบบฟาโกไซโทซิสของอะมีบา หรือกระบวนการเอคโซไซโทซิส แต่การสื่อสารที่ไม่ชัดเจนของผู้วิจัยส่งผลให้บางกลุ่มรายละเอียดมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย เช่น กระบวนการแอคทีฟทรานสปอร์ต จะต้องเป็นการเคลื่อนโมเลกุลจากฝั่งโมเลกุลน้อยไปมาก แต่ภาพที่นักเรียนสื่อออกมา เริ่มต้นทั้งสองฝั่งมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน พอเกิดการลำเลียงของสารอีกฝั่งก็จะมีจำนวนโมเลกุลมากกว่า ซึ่งแนวทางในการปรับปรุงและแก้ไข คือ ผู้วิจัยจะส่งผลตอบรับงานให้ทันทีที่ได้รับงานมาก ซึ่งบางส่วนก็นำไปแก้ไขก่อนนำเสนอ แต่บางกลุ่มก็ไม่มีการนำส่งงานก่อนการนำเสนอ

การจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 5 ผู้วิจัยไม่ได้ชี้แจงประเด็นหรือหัวข้อในการนำเสนอให้กับนักเรียนอย่างชัดเจนมากพอ ส่งผลให้การนำเสนอของนักเรียนส่วนใหญ่เป็นลักษณะในการอ่านบท หรือข้อความที่เตรียมมา มากกว่าการนำเสนอจากความเข้าใจ แต่ยังมีบางกลุ่มที่สามารถนำเสนอได้อย่างคล่องแคล่ว มีความชัดเจนและถูกต้องของเนื้อหา ซึ่งการนำเสนอในครั้งนี้นักเรียนทุกกลุ่มสามารถอ่าน/พูดคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

ตาราง 4 การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2

การจัดการเรียนรู้	จุดพัฒนา/ปรับปรุง	จุดเด่น	ข้อเสนอแนะ
ขั้นเตรียมสมอง	ผู้วิจัยปรับรูปแบบการสอนกะทันหัน โดยไม่มีการแจ้งหรืออธิบายรูปแบบกิจกรรมให้นักเรียนทราบล่วงหน้า ส่งผลให้การดำเนินกิจกรรมตะกุกตะกักเล็กน้อย	นักเรียนได้ตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นทุกคน	ผู้วิจัยปรับวิธีการมาใช้กระดานแสดงความคิดเห็นแบบออนไลน์ (patlet)
ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน	ผู้วิจัยและนักเรียนต่างไม่ชำนาญกับระบบการสอนแบบใหม่ ส่งผลให้การสร้างมโนทัศน์เบื้องต้นไม่ราบรื่น	ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนจากการสรุปแผนผังความคิดและสามารถแก้ไขก่อนเข้าสู่กิจกรรมถัดไปได้	ผู้วิจัยลงวิดีโอให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองล่วงหน้า และขณะสอนเน้นคำถามเป็นหลักเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ
ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม	ผู้วิจัยไม่สามารถจัดกิจกรรมให้กับนักเรียนได้ตามแผนที่วางไว้ เนื่องจากขาดความพร้อมของอุปกรณ์	นักเรียนรู้จักวิธีการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าและรู้จักวางแผนการทำงานกลุ่มมากขึ้น	ผู้วิจัยปรับขั้นตอนการทำกิจกรรมและให้นักเรียนได้ประชุมปรึกษากันล่วงหน้าทางออนไลน์ ในเรื่องของวัสดุที่แต่ละคนจะใช้ในการทำกิจกรรม
ขั้นสร้างผลงาน	การสื่อสารที่ไม่ชัดเจน	รูปแบบกิจกรรม	ผู้วิจัยเลื่อนกำหนดนัด

การจัดการเรียนรู้	จุดพัฒนา/ปรับปรุง	จุดเด่น	ข้อเสนอแนะ
	ผ่านระบบออนไลน์ของผู้วิจัย ส่งผลต่อความไม่เข้าใจในการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน	สามารถประมวลความเข้าใจของนักเรียนได้อย่างชัดเจน	หมายการส่งงานและตรวจสอบงานก่อนวันนำเสนอจริง เพื่อให้นักเรียนกลับไปแก้ไขชิ้นงาน
ขั้นนำเสนอความรู้	ผู้วิจัยไม่ได้ชี้แจงประเด็นในการนำเสนอให้กับนักเรียนอย่างชัดเจนมากพอ ส่งผลให้การนำเสนอของนักเรียนส่วนใหญ่เป็นลักษณะในการอ่านบทที่เตรียมมามากกว่าการนำเสนอจากความเข้าใจ	นักเรียนได้ฝึกการนำเสนอ และสามารถออกเสียงคำศัพท์ได้อย่างถูกต้อง	ผู้วิจัยชมเชย และแนะนำจุดบกพร่องหลังจากที่นักเรียนนำเสนอครบทุกกลุ่ม

วงจรปฏิบัติการที่ 3

การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแบ่งเซลล์

1. การวางแผน(Plan)

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแบ่งเซลล์ ใช้ระยะเวลาในการจัดเก็บข้อมูลจำนวน 6 คาบ โดยเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 15-19 พฤศจิกายน 2564 ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง เป็นขั้นการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนใช้เวลาประมาณ 20 นาที โดยครูให้นักเรียนอ่านบทความ เรื่อง การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต (Reproduction) แล้วร่วมอภิปรายร่วมกัน ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน นักเรียนศึกษาเรียนรู้พื้นฐานจากวิดีโอ เรื่อง การแบ่งเซลล์ ใช้ระยะเวลา 30 นาที ขั้นที่ 3 ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อลงมือปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาเรื่องการแบ่งเซลล์ ผ่านกล้องจุลทรรศน์ ใช้เวลา 1 คาบ ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างโมเดลการแบ่งเซลล์โดยใช้เวลา 1 คาบ และขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้ นักเรียนออกมานำเสนอชิ้นงานหน้าชั้นเรียน และมีการซักถามพร้อมร่วมชมเชยชิ้นงานของกลุ่มอื่น ใช้เวลา 1 คาบ

2. การลงมือปฏิบัติ (Act)

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง เนื่องจากช่วงนั้นโรงเรียนมีกิจกรรมภายในโรงเรียนอย่างต่อเนื่อง ผู้วิจัยจึงให้บทความ เรื่อง การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต (Reproduction) ไปอ่านในระบบออนไลน์ และอภิปรายในกระดานแสดงความคิดเห็นออนไลน์(Patlet) ล่วงหน้า โดยมีประเด็นคำถามดังนี้

1.การสืบพันธุ์หมายถึงอะไร

2.เหตุการณ์ในลักษณะไหนจึงเรียกว่าเป็นการสืบพันธุ์

3.แบคทีเรียสืบพันธุ์แบบใด

4.มนุษย์สืบพันธุ์แบบใด

5.การสืบพันธุ์ของมนุษย์กับแบคทีเรียเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

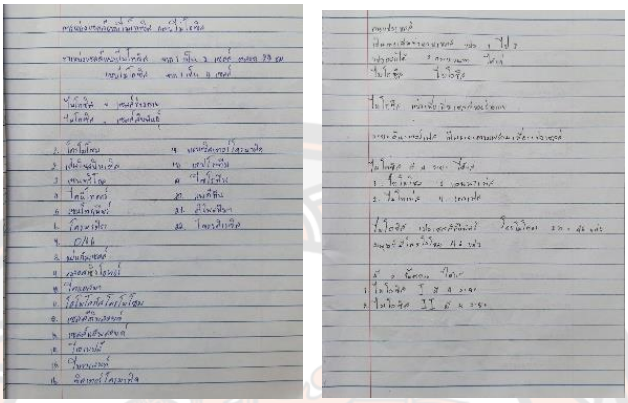
จากนั้นก็มาร่วมอภิปรายร่วมกันอีกครั้งในคาบเรียน โดยได้พูดถึงหัวข้อที่นักเรียนได้ตอบคำถามไปแล้วพูดคุยในประเด็นใหม่ คือ

- นักเรียนคิดว่ามนุษย์เรามีการเจริญเติบโตของร่างกายได้อย่างไร
- การขยายขนาดของต้นไม้เกิดขึ้นได้อย่างไร
- อายุของเซลล์และอายุของร่างกายสิ่งมีชีวิตเท่ากันหรือไม่

ภาพ 15 กระดานแสดงความคิดเห็นออนไลน์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน ผู้วิจัยตั้งคำถามกับนักเรียนก่อนที่จะทำการเปิดวิดีโอ โดยคำถามมีอยู่ว่า เป็นการแบ่งเซลล์ของเซลล์รูปแบบใด เกิดขึ้นเพื่ออะไร และผลสุดท้ายเซลล์ผลลัพธ์มีกี่เซลล์และแต่ละเซลล์มีกี่โครโมโซม โดยผู้วิจัยจะทำการเปิดวิดีโอการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสก่อน ต่อมา

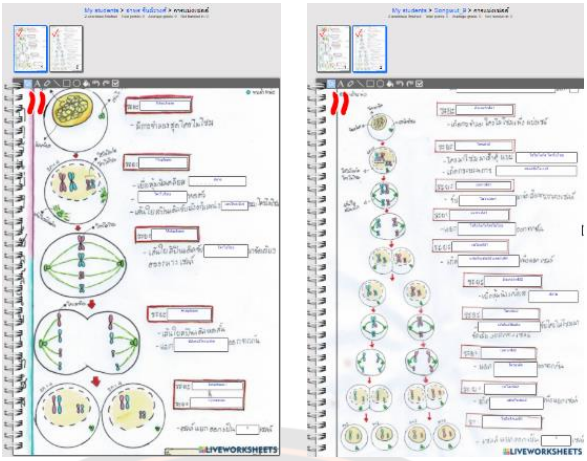
จะให้นักเรียนตอบคำถามที่ถามไป หลังจากนั้นจะสรุปกระบวนการให้นักเรียนฟังคร่าวๆ แล้วจึงเปิดกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสและปฏิบัติเหมือนข้างต้น ผลสะท้อนที่เกิดขึ้นหลังจากดูวิดีโอทำให้ผู้วิจัยต้องให้นักเรียนไปศึกษาคำศัพท์ที่บ้านและมาทำการทดสอบในคาบถัดไป เมื่อสิ้นสุดในขั้นตอนนี้จึงแจกใบงานให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าต่อไป



ภาพ 16 สมุดจดบันทึก เรื่องการแบ่งเซลล์

ขั้นที่ 3 ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมารับสไลด์ถาวรการแบ่งเซลล์ไมโทซิสและไมโอซิสไปอย่างละ 1 สไลด์ จากนั้นก็นำไปศึกษาจากการส่องกล้องจุลทรรศน์ และจับคู่กัน เพื่อแลกเปลี่ยนและอภิปรายช่วยกันในการทำใบงานออนไลน์ ซึ่งผู้วิจัยจะเข้าไปตรวจสอบดูความถูกต้องของใบงานในระหว่างคาบเรียน หากนักเรียนทำผิดก็ให้แก้ไขทันที เมื่อหมดคาบ ผู้วิจัยจึงให้ผู้เรียนไปทำการสรุปกระบวนการแบ่งเซลล์ลงในกระดาษ

ภาพ 17 นักเรียนส่องกล้องจุลทรรศน์ศึกษาการแบ่งเซลล์ไมโอซิสและไมโทซิส



ภาพ 18ใบกิจกรรมที่นักเรียนทำควบคู่กับการส่องกล้อง

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน ผู้วิจัยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มและสร้างโมเดลการแบ่งเซลล์ โดยแต่ละกลุ่มจะได้รับหัวข้อที่ต่างกัน เช่น การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส 2n=4 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส 2n=6 เป็นต้น จากนั้นแจกกระดาษร้อยปอนด์พร้อมแสดงตัวอย่างโมเดลให้กับนักเรียน และกำหนดนัดหมายการนำเสนอในครั้งต่อไป

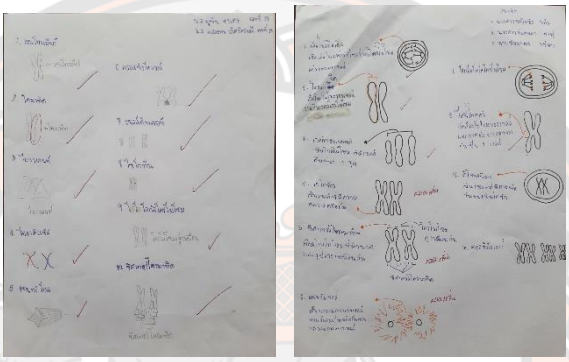
ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้ เนื่องจากสถานการณ์โควิดที่โรงเรียนระบาดหนักอีกครั้ง ทำให้กำหนดหมายเดิมที่จะให้นักเรียนพรีเซนต์ถูกยกเลิก จึงนัดหมายเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอเป็นวิดีโอ และผู้จัยทำการโพสวิดีลงในกลุ่ม google classroom จากนั้นให้นักเรียนมาแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความถูกต้องของเนื้อหา จุดเด่นของงานและข้อควรปรับปรุงลงท้ายคลิปวิดิโอ

3. การสังเกต (Observe)

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง เนื่องจากนักเรียนได้เรียนเรื่องการสืบพันธ์แบบอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศไปบ้างแล้ว ทำให้คำตอบที่นำมาพูดคุยจะโยงเข้าสู่เนื้อหาเก่ามากกว่าการโยงเข้าสู่เนื้อหาใหม่ อีกทั้งนักเรียนเริ่มมีการสืบค้นหาคำตอบด้วยตนเองมากกว่าการนำเนื้อหาจากบทความมาตอบ ทำให้ช่วงที่พูดคุยกันในคาบภาษาที่ใช้เป็นภาษาที่เกิดจากการท่องจำมากกว่าความเข้าใจ

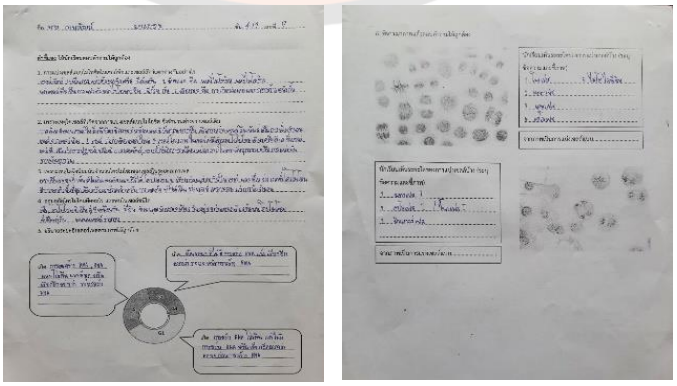
ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน นักเรียนสามารถตอบคำถามตามความเข้าใจหลังจากดูวิดีโอได้ และเริ่มมีการจดบันทึกในสมุดตามความเข้าใจมากกว่าการลอกตาม และผู้วิจัยไม่ต้องหยุดวิดีโอเพื่อให้นักเรียนจดตามแล้ว แต่ปัญหาที่เกิดขึ้น คือนักเรียนบอกว่าคำศพท์ต่างๆในแต่บะกระบวนการค่อนข้างแยอะ และไม่เข้าใจ ผู้วิจัยจึงให้คำศัพท์กับนักเรียนไปทั้ง 20 คำ และนัดหมายเวลาทดสอบ

เมื่อครบกำหนดนัดหมายผู้วิจัยให้นักเรียนจับคู่เพื่อช่วยเหลือกันในการทำแบบทดสอบคำศัพท์ โดยผู้วิจัยจะเลือกคำศัพท์มาทั้งหมด 10 คำและเขียนบนกระดานดำทีละคน ซึ่งนักเรียนจะต้องวาดรูปพร้อมเขียนรายละเอียดระบุเกี่ยวกับคำศัพท์นั้น ผลที่ออกมาคือ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในคำศัพท์ในกระบวนการแบ่งเซลล์ แต่ก็จะมีบางคำที่นักเรียนสับสน เช่น โฮโมโลกัสโครโมโซม ซิสเตอร์โครมาติด หรือโครมาทิด เป็นต้น เมื่อทำการทดสอบเสร็จก็ให้นักเรียนนำกระดาษสลับกันระหว่างคู่ และทำการตรวจพร้อมกัน ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจถึงคำศัพท์เหล่านี้มากขึ้น ท้ายคาบผู้วิจัยก็แจกใบงานให้นักเรียนกลับไปทำที่บ้าน



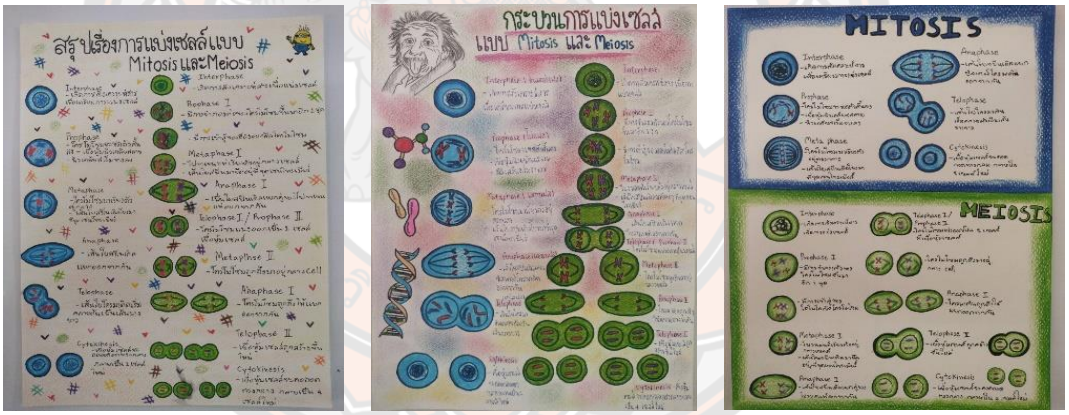
ภาพ 19 แบบทดสอบคำศัพท์เฉพาะทางการแบ่งเซลล์

หลังจากการตรวจใบงานพบว่านักเรียนบางคนไม่สามารถตอบได้ว่าภาพที่แสดง(ภาพจริง)เป็นกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสหรือไมโทซิส และบางกลุ่มก็ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์ในพืชและในสัตว์ได้ ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติมในขั้นตอนถัดไป



ภาพ 20 ใบงานเรื่อง การแบ่งเซลล์

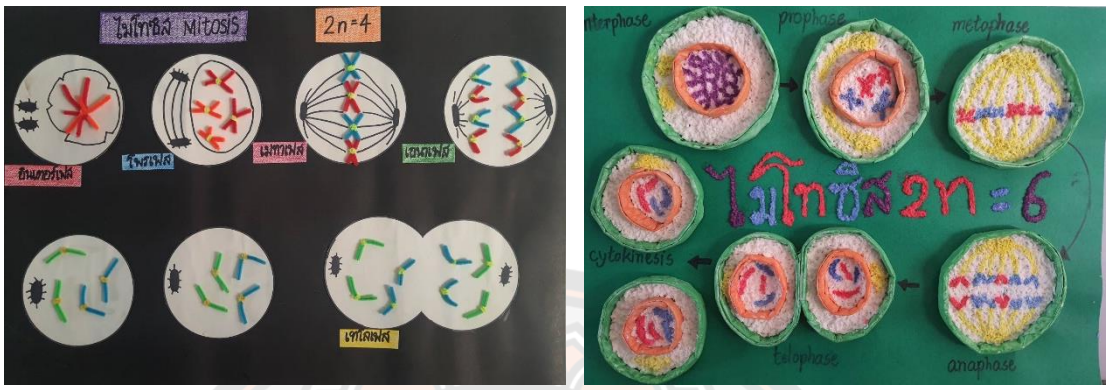
ขั้นที่ 3 ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มมารับสไลด์ถาวรของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโทซิสไปแล้ว ผู้วิจัยก็ให้นักเรียนเปิดใบงานออนไลน์เพื่อให้ศึกษาควบคู่กับการส่องกล้องจุลทรรศน์ได้ด้วย ซึ่งในกระบวนการทำงานบางกลุ่มมีการจัดการภายในกลุ่มได้ดี เวลาหาภาพในแต่ละระยะของการแบ่งเซลล์เจอก็จะช่วยกันพิจารณาว่าเป็นระยะใด จากนั้นก็จะเวียนให้ดูครบทุกคน หรือถ่ายภาพเพื่อส่งต่อให้เพื่อนในกลุ่มได้ดู แล้วหาภาพถัดไป แต่บางกลุ่มไม่ได้มีการวางแผนและพูดคุยกันในกลุ่มก่อน ใครอยากส่องภาพก็ส่อง ใครจะเปลี่ยนสไลด์ก็เปลี่ยน ส่งผลให้การทำงานเป็นไปอย่างล่าช้า ผู้วิจัยจึงกระตุ้นด้วยคำถามว่า ทำไมงานกลุ่มเราถึงล่าช้ากว่าอีกกลุ่มมาก จะเสร็จภายในคาบหรือไม่ ส่งผลให้กลุ่มนั้นสังเกตการณ์ทำงานของอีกกลุ่ม และทำการปรับเปลี่ยนวิธีการทำการเลยทำให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด เมื่อผู้วิจัยตรวจสอบใบงานออนไลน์ของนักเรียนครบทุกคนแล้ว จึงสั่งให้นักเรียนไปวาดภาพสรุปการแบ่งเซลล์ทั้งสองรูปแบบลงในกระดาษ ซึ่งนักเรียนสามารถวาดรูปสรุปกระบวนการทั้งสองรูปแบบได้ แต่ไม่มีการเขียนแหล่งอ้างอิงในการค้นหาข้อมูล



ภาพ 21 สรุปกระบวนการแบ่งเซลล์หลังจากศึกษาผ่านกล้องจุลทรรศน์

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน เป็นขั้นตอนที่มีปัญหาในช่วงเริ่มต้นค่อนข้างมาก เนื่องจากผู้วิจัยอยากให้นักเรียนได้ใช้จินตนาการในการสร้างผลงาน จึงอธิบายลักษณะงานในรูปแบบปากเปล่า ส่งผลนักเรียนส่วนใหญ่นึกถึงลักษณะงานไม่ออก สุดท้ายผู้วิจัยต้องยกตัวอย่างงานของตนเองขึ้นเป็นตัวอย่าง จึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้นและสามารถสื่อสารวางแผนงานต่อได้ แต่เมื่อลงมือทำงานทำไปซักพัก ปัญหาที่ตามมา คือจำนวนโครโมโซม เนื่องจากในการขั้นตอนสร้างความรู้พื้นฐานผู้วิจัยยกตัวอย่างเป็น 2n=4 ทำให้กลุ่มที่ได้จำนวนโครโมโซมที่แตกต่างออกไปเริ่มไม่แน่ใจถึงแบบที่

ร่างไว้ จึงมีการมาปรึกษารายกลุ่มและทำการแก้ไขงานออกมา แต่บางกลุ่มก็สร้างโมเดลที่มีข้อผิดพลาดในเรื่องของจำนวนโครโมโซม หรือสีโครโมโซมที่ควรสื่อให้ตรงกันในแต่ละระยะ



ภาพ 22 โมเดลที่มีข้อผิดพลาดในสีของโครโมโซม และจำนวนโครโมโซม

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้ ผู้วิจัยได้นัดหมายวันเวลาในการนำเสนอไว้แล้ว แต่โรงเรียนสั่งปิดเทอมอย่างกระทันหันจึงต้องปรับรูปแบบการนำเสนอโดยการอัดวิดีโอส่งออนไลน์ หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนเข้าไปคอมเม้นในวิดีโอของกลุ่มเพื่อน ซึ่งจากภาพรวมนักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอได้ดี ออกเสียงคำศัพท์ได้ถูกต้อง และมีการอธิบายเนื้อหาและระยะได้ต่างๆได้ครบถ้วนสมบูรณ์ มีเพียง 3 กลุ่มเท่านั้นที่อธิบายแค่รายละเอียดภาพรวมของการแบ่งเซลล์ ไม่ได้อธิบายถึงระยะต่างๆ หลังจากที่ทุกกลุ่มได้โพสวิดีโอลงใน google classroom ก็ให้นักเรียนมาเสดงความคิดเห็นในเรื่องจุดเด่นของงาน ความถูกต้องของเนื้อหา และข้อความปรับปรุง ผลการตอบสนองของนักเรียนแต่ละคนนั้นแสดงให้เห็นว่าทุกคนได้ดูวิดีโอและแสดงความคิดเห็นตามความเป็นจริง แต่มีเพียงแค่บางคนเท่านั้นที่เข้ามาดูและแสดงความคิดเห็น

ภาพ 23 วิดีโอที่นักเรียนกำลังนำเสนองานและการแสดงความคิดเห็นของเพื่อนกลุ่มอื่น

4. สะท้อนผล (Reflect)

การจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 1 บทความและประเด็นคำถามที่ผู้วิจัยได้กำหนดให้อาจสร้างความคลาดเคลื่อนของจุดประสงค์และสมมติฐานให้กับผู้เรียน ส่งผลให้การอภิปรายของนักเรียนมีส่วนน้อยที่จะกล่าวถึงการแบ่งเซลล์ ส่วนใหญ่จะกล่าวถึงประเด็นของกระสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศมากกว่า หรืออภิปรายถึงการเจริญเติบโตของเซลล์ คือ การสะสมสารภายในเซลล์ ไม่ใช่การแบ่งเซลล์ ส่งผลให้ผู้วิจัยต้องแก้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเหล่านั้น เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาในขั้นถัดไป แต่การให้นักเรียนอภิปรายในกระดานแสดงความคิดออนไลน์ก็มาอภิปรายร่วมกันในห้อง มีข้อดี คือ ทำให้ผู้วิจัยได้เห็นความคิดของนักเรียนทุกคนก่อนที่จะอภิปราย ทำให้สามารถจับประเด็นที่นักเรียนเข้าใจถูกและเข้าใจผิดได้ และแก้ไขความข้าใจเหล่านั้นในห้องเรียนได้

การจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 2 นักเรียนสามารถจับประเด็นหรือใจความสำคัญจากการฟังและทำการจดบันทึกได้ สังเกตได้จากการตอบคำถามและการจดบันทึกลงสมุด ซึ่งการตอบคำถามในชั้นเรียนผู้วิจัยได้ถามคำถามก่อนที่จะเปิดวิดีโอเพื่อให้นักเรียนมีประเด็นที่จะใช้ในการฟังและจับใจความ เมื่อวิดีโอจบลงแล้วผู้วิจัยถามคำถาม นักเรียนใช้เวลาคิดสักระยะและจึงตอบคำถามออกมา ซึ่งคำตอบในตอนแรกอาจมีประเด็นที่คลาดเคลื่อนบ้าง แต่คำถามช่วงหลังๆนักเรียนจะมีถกเถียงระหว่างกลุ่มก่อนแล้วจึงตอบคำถาม ทำให้คำตอบมีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น การเปิดวิดีโอเพื่อสร้างมโนทัศน์เบื้องต้นให้นักเรียน และสามารถทำให้ผู้วิจัยที่พบว่านักเรียนมีปัญหาในเรื่องของคำศัพท์เฉพาะที่มีปริมาณที่มากและยังเป็นความรู้ใหม่สำหรับนักเรียน ส่งผลต่อการเรียนในแต่ละกระบวนการอย่างละเอียด ผู้วิจัยจึงให้คำศัพท์ต่างๆในเนื้อหาการแบ่งเซลล์ไปศึกษาค้นคว้าก่อน และมาทำการทดสอบเป็นคู่โดยการวาดภาพ ซึ่งการทดสอบนี้ผู้วิจัยได้สังเกตว่ายังคงมีคำศัพท์บางคำที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน เช่น โฮโมโลกัสโครโมโซม ซิสเตอร์โครมาทิด เป็นต้น จึงได้ทำการแก้ไขพร้อมกันในชั้นเรียนทันที

การจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 3 จากการให้นักเรียนทำใบงานในกิจกรรมขั้นตอนก่อนแสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถแยกการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสได้ เมื่อภาพเหล่านั้นเป็นภาพการแบ่งเซลล์จากเซลล์จริง ผู้วิจัยจึงจัดกิจกรรมให้นักเรียนส่องกล้องจุลทรรศน์เพื่อดูภาพระยะการแบ่งเซลล์ต่างๆจากภาพจริง แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ สไลด์ที่ผู้วิจัยเตรียมมามีเพียงกระบวนการแบ่งเซลล์ของเซลล์สัตว์ ไม่มีสไลด์การแบ่งเซลล์ของเซลล์พืช จึงทำให้นักเรียนแยกความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ไม่ได้ ไม่เข้าใจการเกิดเซลล์แพรทของเซลล์พืช หรือการคอดของสัตว์

ในกระบวนการไซโตคิเนซิส ช่วงท้ายของกิจกรรมผู้วิจัยจึงนำภาพการแบ่งเซลล์ของพืชมาให้นักเรียนดูเพิ่มเติม

การจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 4 ในตอนแรกของการชี้แจงงาน ผู้วิจัยมีความต้องการให้นักเรียนสร้างสรรค์โมเดลตามความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง จึงไม่ได้นำตัวอย่างงานมาให้นักเรียนดูก่อน จึงเกิดความไม่เข้าใจของรูปแบบงานเกิดขึ้น ในคาบถัดไปจึงได้นำตัวอย่างของงานมาให้นักเรียนดู ส่งผลให้นักเรียนเริ่มงานได้ทันที แต่ปัญหาที่ตามมาคือ นักเรียนคุ้นเคยการแบ่งเซลล์ที่มีจำนวนชุดโครโมโซม 2n=4 ทำให้เมื่อได้รับโจทย์ที่มีจำนวนชุดโครโมโซมแตกต่างไป ทำให้บางกลุ่มเกิดความสับสน และผลงานออกมาไม่ถูกต้อง โดยเมื่อผู้วิจัยแนะนำกลับไปก็มีบางกลุ่มที่นำกลับไปแก้ไขให้ถูกต้อง

การจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 5 การนำเสนอมีการปรับเปลี่ยนกะทันหัน ซึ่งผู้วิจัยไม่ได้อธิบายรูปแบบให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจน ส่งผลให้การนำเสนอของนักเรียนบางกลุ่มขาดความครบถ้วนของเนื้อหา คือนักเรียนไม่ได้กล่าวถึงระยะต่างๆของการแบ่งเซลล์ และเมื่ออัพวิดีโอลงโปรแกรมออนไลน์ นักเรียนจึงไม่มีเกณฑ์ที่ชัดเจนในการประเมินงานของเพื่อน ทำให้รายละเอียดของการประเมินมีเพียงสั้นและไม่ได้ลงรายละเอียดถึงข้อดีและข้อปรับปรุงมากนัก

ตาราง 5 การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 3

การจัดการเรียนรู้	จุดพัฒนา/ปรับปรุง	จุดเด่น	ข้อเสนอแนะ
ขั้นเตรียมสมอง	คำตอบหรือข้อคิดเห็นของนักเรียนบางคนมีความคลาดเคลื่อนของความเข้าใจในบทความอาจเกิดจากบทความและประเด็นคำถามที่ผู้วิจัยได้กำหนดให้ไม่มีความชัดเจนพอ	นักเรียนบางคนเริ่มสืบค้นเพื่อหาคำตอบในสิ่งที่หมอบหมายไป ทำให้ได้รับความรู้เพิ่มเติมมากขึ้น	ผู้วิจัยได้เห็นความคิดของนักเรียนทุกคนก่อนที่จะอภิปราย ทำให้สามารถจับประเด็นที่นักเรียนเข้าใจถูกและเข้าใจผิดได้ และแก้ไขความข้าใจเหล่านั้นในห้องเรียนได้
ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน	ผู้วิจัยไม่ได้อธิบายเนื้อหาก่อนดูวิดีโอ ทำให้นักเรียนสับสนในคำศัพท์	นักเรียนเห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างการแบ่งเซลล์	ให้นักเรียนไปหาความหมายพร้อมรูปภาพลักษณะของ

การจัดการเรียนรู้	จุดพัฒนา/ปรับปรุง	จุดเด่น	ข้อเสนอแนะ
	ทางพันธุกรรมที่มีจำนวนมากในกระบวนการแบ่งเซลล์	แบบไมโทซิสและไมโอซิส	คำศัพท์เหล่านั้น และจัดการทดสอบเป็นคู่
ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม	นักเรียนไม่เคยเห็นภาพการแบ่งเซลล์จากของจริงและไม่สามารถจำแนกความต่างของการแบ่งเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้	นักเรียนได้เห็นภาพจริงของเซลล์ ในแต่ละขั้นตอนของการแบ่งเซลล์	ให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากภาพถ่ายในอินเตอร์เน็ตและส่องกล้องหรือถ่ายภาพจากกล้องมาศึกษาตามกลุ่มเปรียบเทียบกับภาพจำลอง
ขั้นสร้างผลงาน	ผู้วิจัยไม่ได้ยกตัวอย่างผลงานให้กับนักเรียนก่อน นักเรียนจึงไม่เข้าใจในกิจกรรมที่ต้องทำส่งผลให้การทำงานล่าช้า	เป็นรูปแบบผลงานที่เห็นความชัดเจนของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละขั้นตอน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหา	ผู้วิจัยนัดหมายคุยกันนอกเวลาเรียน พร้อมนำผลงานอื่นๆมาแสดงเป็นตัวอย่าง
ขั้นนำเสนอความรู้	การนำเสนอมีการปรับเปลี่ยนกะทันหัน ซึ่งผู้วิจัยไม่ได้อธิบายรูปแบบให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจน ส่งผลให้การนำเสนอของนักเรียนบางกลุ่มขาดความครบถ้วนของเนื้อหา	นักเรียนได้ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาก่อนการส่งและสามารถแก้ไขได้เสมอ	หลังจากดูวิดีโอผู้วิจัยเขียนชี้แนะประเด็นที่ผิดพลาดและข้อดีของชิ้นงานให้กับนักเรียน

วงจรปฏิบัติการที่ 4

การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์

1. การวางแผน(Plan)

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ใช้ระยะเวลาในการจัดเก็บข้อมูลจำนวน 6 คาบ โดยเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 1-19 กุมภาพันธ์ 2565 ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง เป็นขั้นการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนใช้เวลาประมาณ 20 นาที โดยผู้วิจัยให้นักเรียนอ่านบทความ เรื่อง โรคแบคทีเรียกินเนื้อ (Necrotizing Fasciitis) แล้วร่วมอภิปรายร่วมกัน ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน นักเรียนศึกษาเรียนรู้พื้นฐานจากวิดีโอ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ใช้ระยะเวลา 30 นาที ขั้นที่ 3 ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อลงมือปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาเรื่องการหายใจระดับเซลล์แบบออกซิเจนไม่เพียงพอ ใช้เวลา 1 คาบ ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างนิทานภาพ โดยใช้เวลา 1 คาบ และขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้ นักเรียนออกมานำเสนอชิ้นงานหน้าชั้นเรียน และมีการซักถามพร้อมร่วมชมเชยชิ้นงานของกลุ่มอื่น ใช้เวลา 1 คาบ

2. การลงมือปฏิบัติ (Act)

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง เนื่องจากอยู่ในช่วงท้ายเทอมใกล้ช่วงสอบปลายภาค ผู้วิจัยจึงตัดสินใช้ย่นระยะเวลาในการสอนขั้นที่ 1 โดยการให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นบนกระดานออนไลน์ ซึ่งผู้วิจัยได้แทรกบทความ เรื่อง โรคแบคทีเรียกินเนื้อ (Necrotizing Fasciitis) และประเด็นคำถามที่จะมาอภิปรายร่วมกันภายในห้อง เมื่อถึงคาบเรียนนักเรียนและผู้วิจัยก็มาอภิปรายร่วมกัน ตามประเด็นดังนี้

- เซลล์มีการลำเลียงสารเข้าและออก คล้ายมนุษย์ที่มีการกินและการ ขับถ่าย ดังนั้นเซลล์จะมีการหายใจเหมือนกับคนเราไหม และถ้ามีการหายใจของเซลล์จะมีลักษณะแบบใด
- สาเหตุของอาการมาจากอะไร
- แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตแบบเซลล์เดียวใช่หรือไม่
- แบคทีเรียมีกระบวนการหายใจหรือไม่
- แบคทีเรียหายใจไปเพื่ออะไร
- กระบวนการหายใจของแบคทีเรียจะเหมือนคนหรือไม่
- ตั้งสมติฐานถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น หากไม่ได้รับการรักษา

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน ผู้วิจัยเปิดวิดีโอให้ผู้เรียนได้ศึกษาแต่ผลที่เกิดขึ้น คือ นักเรียนยังคงไม่เข้าใจในเนื้อหา และจับประเด็นในการจดบันทึกไม่ได้ ผู้วิจัยจึงต้องเพิ่มกระบวนการสอนแบบบรรยายพร้อมรูปภาพ อธิบายทีละกระบวนการให้กับผู้เรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม สถานการณ์โควิดรอบโรงเรียนเริ่มรุนแรงขึ้น ทางโรงเรียนเลยมีมาตรการให้ครูผู้สอนห้ามมีกิจกรรมกลุ่ม ผู้วิจัยจึงปรับรูปแบบของการปฏิบัติการแลปโดยให้นักเรียนไปทดลองที่บ้านของตนเอง ก่อนหน้าที่จะเริ่มการทดลองผู้วิจัยให้นักเรียนจับคู่กันแล้วปรึกษาหาสูตรการหมักดองผักมากลุ่มล่ะ 1 สูตร จากนั้นให้แต่ละกลุ่มนำสูตรการทดลองมาส่งพร้อมกับพูดคุยในเรื่องของสัดส่วนของส่วนผสมที่นักเรียนทั้งคู่จะต้องใส่ในปริมาณที่แตกต่างกัน จากนั้นแจกขวดแก้วไปคนล่ะ 1 ใบ พร้อมกับกระดาษยูนิเวอเซลอินดิเคเตอร์ กระดาษลิตมัสสีแดง และน้ำเงิน ให้กับนักเรียนคนล่ะ 1 แผ่น โดยมีข้อกำหนดว่าให้นักเรียนทดลองการหมักตามสูตรของคู่ตนเองลงในขวด โดยก่อนปิดฝาให้ทำการวัดค่าด้วยกระดาษทั้ง 3 ก่อน จากนั้นก็ปิดฝาขวดทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ เมื่อเจอกันในคาบถัดไปให้นำขวดทดลองมาด้วย แล้วจะมาเปิดขวดพร้อมวัดค่าด้วยกระดาษทั้ง 3 อีกครั้งที่โรงเรียน และร่วมเขียนรายงานผลปฏิบัติการร่วมกัน

ภาพ 24 ขวดทดลองที่นักเรียนนำไปหมักดองผักที่บ้านของตนเอง

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน โรงเรียนออกประกาศปิดกะทันหัน ทำให้ผู้วิจัยต้องให้นักเรียนนำชิ้นงานกลับไปทำที่บ้าน โดยได้แจกกระดาษร้อยปอนด์เอสี่ ให้กลุ่มละ 5 แผ่น และให้นักเรียนไปสร้างนิทานภาพจากหัวข้อที่ได้ไป โดยแต่ละกลุ่มจะได้รับหัวข้อที่ต่างกัน เช่น การหายใจระดับเซลล์ ในตับ โดยมีปริมาณกลูโคสเริ่มต้น 2 โมเลกุล หรือ การหายใจระดับเซลล์ ในสมอง โดยมีปริมาณกลูโคสเริ่มต้น 3 โมเลกุล เป็นต้น

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้ โรงเรียนออกประกาศปิดกะทันหัน ผู้วิจัยจึงนัดหมายการนำเสนองานเป็นรูปแบบวิดีโอ และผู้จัยทำการโพสวิดีโอลงในกลุ่ม google classroom จากนั้นให้นักเรียนมา

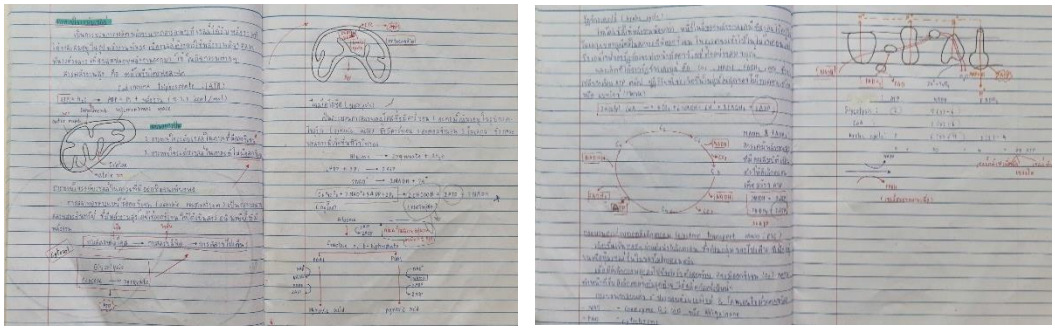
แสดงความคิดเห็นงานของกลุ่มเพื่อนเกี่ยวกับความถูกต้องของเนื้อหา จุดเด่นของงานและข้อควรปรับปรุงลงท้ายคลิปวิดีโอ

3. การสังเกต (Observe)

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง จากที่ผู้วิจัยอ่านกล่องข้อความของนักเรียนก่อนจะมาร่วมอภิปรายกันในห้อง พบว่า นักเรียนได้อ่านบทความและสรุปประเด็นสำคัญจากสิ่งที่อ่าน ซึ่งมีนักเรียนบางกลุ่มได้มีการศึกษาเพิ่มเติม สังเกตจากการเขียนถึงหายใจแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน เมื่อคำถามถามว่ามนุษย์กับเซลล์มีการหายใจที่แตกต่างหรือไม่ และพอมาอภิปรายร่วมกันในห้อง นักเรียนต่างกล้าแสดงออกถึงความคิดเห็นของตนเอง บางคนสนับสนุนสิ่งที่พูดโดยการกล่าวว่า จากที่ได้เคยอ่านมา ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการค้นคว้าที่เกิดขึ้น

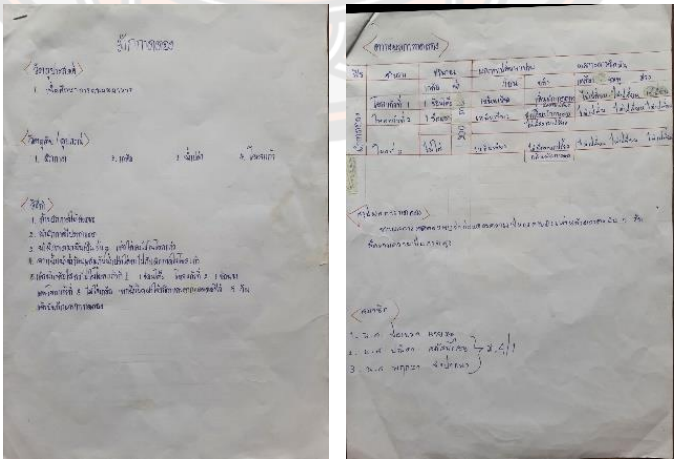
ภาพ 25 กระดานแสดงความคิดเห็นออนไลน์ เรื่อง โรคแบคทีเรียกินเนื้อ

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน ระหว่างที่ผู้วิจัยเปิดวิดีโอ นักเรียนมีท่าทางที่สับสนและไม่สามารถจดบันทึกตามวิดีโอเหมือนกับวิดีโอก่อนๆ ผู้วิจัยจึงต้องปรับรูปแบบการสอนมาในลักษณะการบรรยายไปพร้อมกับการวาดกระบวนการในแต่ละขั้นของการหายใจระดับเซลล์ และให้นักเรียบเขียนตอบคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ



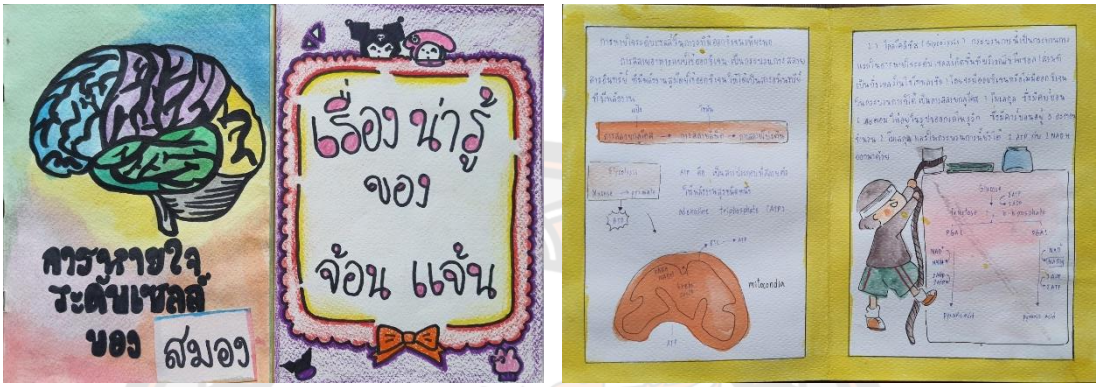
ภาพ 26 สมุดจดบันทึก เรื่อง การหายใจระดับเซลล์

ขั้นที่ 3 ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม นักเรียนมีการเตรียมตัวก่อนการทดลองได้ดีโดยที่มีการเตรียมสูตรการหมักมาก่อนล่วงหน้าครบทุกกลุ่ม และมีความสนใจในการปฏิบัติการทดลอง สังเกตจากการปฏิบัติตามวิธีการที่ผู้วิจัยได้อธิบายไปล่วงหน้า นักเรียนมีผลค่าของกระดาษวัดค่า pH แต่ละตัวมาครบทุกคน และนำขวดทดลองมาวัดในคาบครบ 7 วันตามที่ได้กำหนดไว้ จากนั้นให้นักเรียนทุกคนเปิดฝาขวดและนำการวัดค่า pH ด้วยกระดาษยูนิเวอซัลอินดิเคเตอร์ กระดาษลิตมัสสีแดงและน้ำเงินอีกครั้งจากนั้นให้บันทึกผลการทดลอง ซึ่งกระบวนการทั้งหมดนักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถดำเนินได้ด้วยตนเอง ไม่มีปัญหาในระหว่างการทำงาน และสามารถเขียนผลการทดลองออกมาได้อย่างชัดเจน เพียงแค่นักเรียนไม่ได้ระบุค่าสีที่ได้จากการวัด มีค่าประมาณเท่าไหร่ แต่สามารถสรุปได้ว่าผลที่ออกมาคือมีการผลิตกรดเกิดขึ้นในขวด



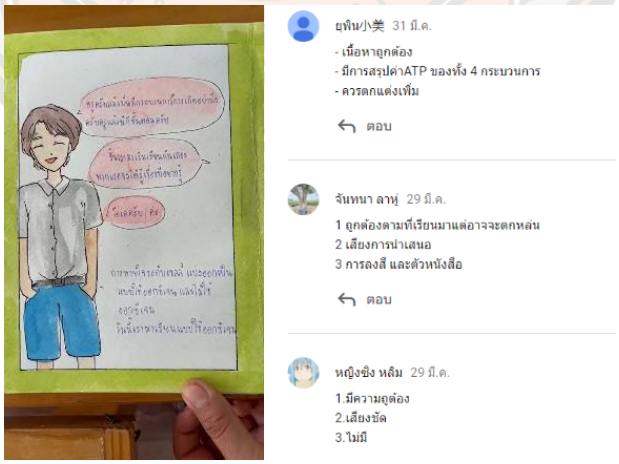
ภาพ 27 รายงานบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบออกซิเจนไม่เพียงพอ

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน ผู้วิจัยให้นักเรียนสร้างนิทานภาพจากกระดาษที่แจกไปให้ ชิ้นงานของนักเรียนส่วนใหญ่มีความสวยงามและมีความคิดสร้างสรรค์ แต่เนื้อหาในการเขียนนิทานภาพไม่มีความเชื่อมโยงกับตัวการ์ตูนที่สร้างขึ้น เหมือนเป็นหนังสือเล่มเล็กที่มีการวาดภาพตกแต่งมากกว่าการวาดนิทานภาพ



ภาพ 28 นิทาน เรื่องการหายใจระกับเซลล์

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้ นักเรียนอัดวิดีโอการนำเสนอมาส่ง ซึ่งนักเรียนมีพัฒนาด้านการพูดมากขึ้น คือสื่อสารได้อย่างคล่องแคล่ว ออกเสียงได้อย่างถูกต้องชัดเจน ถึงแม้จะมีการพูดตะกุกตะกักในบางช่วงแต่ภาพรวมถือว่าทำได้ดี



ภาพ 29 วิดีโอเล่านิทานของนักเรียนและข้อแนะนำชิ้นงานของเพื่อน

4. สะท้อนผล (Reflect)

การจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 1 เนื่องจากการจัดสรรคาบเรียนของผู้วิจัยเกิดความผิดพลาด ทำให้ต้องย่นระยะในการสอนขั้นแรกให้สั้นลง โดยการให้นักเรียนอ่านบทความจากที่บ้านและแสดงความคิดเห็นในกระดานออนไลน์ก่อนที่จะเข้าคาบเรียน ส่งผลให้ระยะเวลาที่ใช้ในการอภิปรายในห้องเรียนนั้นเพียงพอ อีกทั้งนักเรียนได้แสดงความคิดเห็นทุกคน และกระตือรือร้นในการอภิปรายร่วมกัน และสามารถเข้าใจจุดประสงค์ของเนื้อหาและตั้งสมมติฐานจากการอ่านบทความได้

การจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 2 จากแผนที่วางไว้ของผู้วิจัย คือให้นักเรียนดูวิดีโอ สรุปมโนทัศน์เบื้องต้นลงสมุด จากนั้นศึกษาเพิ่มเติมจากการทำใบงาน แต่สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน คือ นักเรียนไม่สามารถทำการจดบันทึกตามวิดีโอได้ เมื่อสอบถามก็ได้คำตอบว่ามันยาก ไม่เข้าใจในสิ่งที่ดูและไม่สามารถจับใจความได้ ผู้วิจัยจึงปรับรูปแบบการสอนเป็นการบรรยายประกอบภาพไปทีละขั้นตอน ซึ่งวิธีนี้ทำให้นักเรียนสามารถซักถามได้ทันทีเมื่อเกิดข้อสงสัยในแต่ละกระบวนการ และผู้วิจัยก็สามารถตรวจสอบความเข้าใจจากการให้ตอบคำถามหลังจากสอนจบ ซึ่งก็มีทั้งคนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและเข้าใจเนื้อหาชัดแจ้ง ผู้วิจัยก็สามารถทำการแก้ไขปัญที่เกิดขึ้นได้ทันที

การจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 3 ผู้วิจัยไม่สามารถจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำงานกลุ่มได้ เนื่องจากโรงเรียนมีนโยบายห้ามจัดกิจกรรมกลุ่ม หรือรวมตัวในที่ปิดมิดชิด ผู้วิจัยจึงต้องปรับบทปฏิบัติการโดยการให้นักเรียนนำไปทดลองที่บ้านของตนเอง แต่ก่อนการทดลองก็ได้มีการสื่อสารหรือขั้นตอนในการทดลอง อุปกรณ์ และระยะเวลา โดยแต่ละกลุ่มจะใช้สูตรในการทดลองที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจะแจกขวดแก้ว กระดาษลิตมัสและกระดาษยูนิเวอซัลอินดิเคเตอร์ให้ไปทดลองที่บ้าน เป็นการฝึกการวางแผนและการทำงานกลุ่มให้นักเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง และมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ตนเองมาก ส่วนในขั้นตอนการวัดค่าหลังการทดลองนั้นนักเรียนมาทำพร้อมกับเขียนรายงานบทปฏิบัติการที่โรงเรียน ข้อดีของขั้นตอนนี้คือ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทุกคน และจะมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น แต่ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ ผู้วิจัยไม่ได้อธิบายการอ่านค่าของกระดาษลิตมัสและกระดาษยูนิเวอร์ซัลให้กับนักเรียนก่อนที่จะทำการทดลอง ทำให้นักเรียนบันทึกมาเพียงแค่สีที่เกิดการเปลี่ยนแปลง ไม่ได้บันทึกว่า การเปลี่ยนแปลงแบบนี้มีความหมายว่ายังไง ผู้วิจัยจึงต้องสอนอ่านอีกครั้งในการบันทึกผลหลังการทดลอง

การจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 4 จากการวางแผนของผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนได้สร้างผลงานในคาบเรียน เพื่อที่ผู้วิจัยจะได้ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาได้ทันที แต่เนื่องจากสถานการณ์โควิดทำให้โรงเรียนสั่งปิดกระทันหัน ผู้วิจัยจึงทำได้เพียงอธิบายชี้แจงลักษณะงานและแจกอุปกรณ์ในการทำงาน

ให้กับผู้เรียน ซึ่งมันไม่ชัดเจนพอต่อความเข้าใจของนักเรียน ทำให้ชิ้นงานบางกลุ่มมีปัญหาที่เกิดขึ้น คือ นักเรียนไม่เข้าใจการสร้างการ์ตูนนิทาน นักเรียนบางกลุ่มทำเพียงวาดรูปประกอบคำบรรยายและมีตัวการ์ตูนตกแต่ง ซึ่งหากผู้วิจัยมีเวลาที่เหมาะสมกว่านี้ผู้วิจัยควรมีการยกตัวอย่างงานให้ชัดเจน และควรเรียกดูงานเป็นระยะเพื่อสามารถปรับแก้ไขงานทันท่วงที ส่งผลให้กิจกรรมขั้นตอนนี้มีผลงานที่เป็นนิทาน และสมุดเล่มเล็กปะปนกันไป

การจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 5 นักเรียนสามารถสื่อสารโดยการเล่าเนื้อหาผ่านวิดีโอได้อย่างถูกต้อง มีการออกเสียงอย่างชัดเจนและถูกต้อง ซึ่งบางกลุ่มมีการใช้เสียงคนเล่า 2-3 คนตามตัวละครในนิทาน ทำให้นิทานมีความน่าสนใจมากขึ้น ทุกกระบวนการของการหายใจระดับเซลล์ถูกนำมาเล่าเป็นเรื่องราวอย่างครบถ้วน น้ำเสียงที่ใช้เล่ามีหนักเบาทำให้นิทานมีความน่าฟัง แต่บางกลุ่มอาจมีความตื่นเต้นทำให้น้ำเสียงเล่านิทานช่วงต้นลนและเร็วเกิดไป พอนำวิดีโอนิทานอัพลงในโปรแกรมออนไลน์ นักเรียนก็ให้ความสนใจในการดูและแสดงความคิดเห็นถึงชิ้นงานได้ แต่รายละเอียดของการประเมินมีเพียงสั้นๆ และไม่ได้ลงรายละเอียดถึงข้อดีและข้อปรับปรุงมากนัก เนื่องจากผู้วิจัยไม่ได้ให้เกณฑ์ในประเมินกับนักเรียนล่วงหน้า

ตาราง 6 การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 4

การจัดการเรียนรู้	จุดพัฒนา/ปรับปรุง	จุดเด่น	ข้อเสนอแนะ
ขั้นเตรียมสมอง	เนื่องจากโรงเรียนมีกิจกรรมมาแทรกคาบสอนค่อนข้างมาก ทำให้ผู้วิจัยดำเนินการสอนไม่ทัน	นักเรียนมีเวลาในการอ่านบทความและวิเคราะห์ตอบคำถามมากขึ้น	ผู้วิจัยใช้กระดานแสดงความคิดเห็นแบบออนไลน์ (patlet)แล้วมาอภิปรายร่วมกันอย่างรวดเร็วในห้องเรียน
ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน	นักเรียนไม่สามารถทำการจดบันทึกตามวิดีโอตามที่ผู้วิจัยวางแผนไว้ เนื่องจากเนื้อหามีความยาก ทำให้ไม่เข้าใจ และไม่สามารถจับใจความได้	นักเรียนได้เห็นการเกิดกระบวนการในแต่ละขั้นอย่างชัดเจนมากขึ้น	ผู้วิจัยปรับรูปแบบการสอนมาเป็นการบรรยายประกอบภาพไปทีละขั้นตอน

การจัดการเรียนรู้	จุดพัฒนา/ปรับปรุง	จุดเด่น	ข้อเสนอแนะ
ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม	ผู้วิจัยไม่ได้อธิบายการอ่านค่าของกระดาษลิตมัส และกระดาษยูนิเวอร์ซัลให้กับนักเรียนก่อนที่จะทำการทดลอง ทำให้การบันทึกไม่ครบถ้วน	นักเรียนทึกคนได้ดำเนินการทดลองด้วยตัวเอง และฝึกการวางแผนการทำงาน	ผู้วิจัยทำการอธิบายวิธีการอ่านค่าของกระดาษลิตมัส และกระดาษยูนิเวอร์ซัลก่อนบันทึกผลหลังก่อนทดลอง และให้เพิ่มเติมรายละเอียดในตารางบันทึกผลทดลอง
ขั้นสร้างผลงาน	ผู้วิจัยจึงทำได้เพียงอธิบายชี้แจงลักษณะงานและแจกอุปกรณ์ในการทำงานให้กับผู้เรียน ซึ่งมันไม่ชัดเจนพอต่อความเข้าใจของนักเรียน ทำให้ชิ้นงานของนักเรียนบางกลุ่มมีข้อผิดพลาดของรูปแบบ	นักเรียนได้ประมวลความรู้ทั้งหมด และสร้างสรรค์ออกมาในรูปแบบของนิทาน	หากผู้วิจัยมีเวลาที่เหมาะสมกว่านี้ผู้วิจัยควรมีการยกตัวอย่างงานให้ชัดเจน และควรเรียกดูงานเป็นระยะเพื่อสามารถปรับแก้ไขงานทันท่วงที
ขั้นนำเสนอความรู้	ผู้วิจัยไม่ได้ให้เกณฑ์ในประเมินกับนักเรียนล่วงหน้าทำให้รายละเอียดของการประเมินของนักเรียนมีเพียงสั้นๆ และไม่ได้ลงรายละเอียดถึงข้อดีและข้อปรับปรุงมากนัก	นักเรียนได้ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาก่อนการส่งและสามารถถแก้ไขได้เสมอ	หลังจากดูวิดีโอผู้วิจัยเขียนชี้แนะประเด็นที่ผิดพลาดและข้อดีของชิ้นงานให้กับนักเรียน

นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เมื่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เรื่อง การทำงานของเซลล์ หรือหรือไม่ อย่างไร

ในการพัฒนาการด้านทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การทำงานของเซลล์ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ 6 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการเข้าถึงข้อมูล ทักษะการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการฟังและการสังเกต ทักษะการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการสร้างตัวแทนภาพ และทักษะการนำเสนอความรู้ความเข้าใจ โดยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และแบบบันทึกพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมีข้อค้นพบหลัก คือ

ทักษะการเข้าถึงข้อมูล เป็นทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนจะสามารถสืบค้นข้อมูลด้วยตนเองได้ โดยข้อมูลที่ค้นคว้ามาต้องมีประเด็นที่ตรงกับคำถามหรือสามารถนำมาสรุปองค์ความรู้ได้ ซึ่งแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการสืบค้นต้องมีความหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นจากหนังสือ หรือสื่อออนไลน์ต่างๆ และแหล่งของมูลเหล่านั้นต้องมีความน่าเชื่อถือของข้อมูล เช่น ไม่ใช่แหล่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ มีการอ้างอิงข้อมูลจากบุคคลที่น่าเชื่อถือ เป็นต้น ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเข้าถึงข้อมูลของนักเรียน สามารถจัดกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

ตาราง 7 ร้อยละของระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเข้าถึงข้อมูลของนักเรียน

วงจรปฏิบัติการ	% ของนักเรียนที่จัดกลุ่มตามระดับ (จำนวนนักเรียน (คน))				ระดับ
	IR1 (ดีมาก)	IR2 (ดี)	IR3 (พอใช้)	IR4 (ปรับปรุง)	
1	20% (5)	40% (10)	32% (8)	8% (2)	ดี
2		20% (5)	48% (12)	32% (8)	พอใช้
3		40% (10)	48% (12)	12% (3)	พอใช้
4		40% (10)	48% (12)	12% (3)	พอใช้

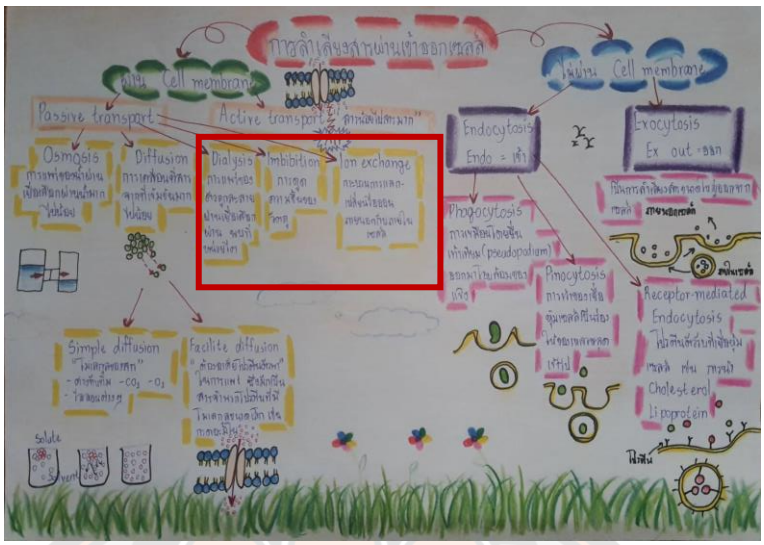
หลังเรียน	68% (17)	28% (7)		4% (1)	ดีมาก

จาก**วงจรปฏิบัติการที่ 1** การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของเซลล์ ในขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน พบว่า เมื่อให้นักเรียนทำใบงานหลังจากได้ศึกษามโนทัศน์เบื้องต้นจากวีดิโอแล้ว สังเกตได้ว่าพฤติกรรมของนักเรียนส่วนใหญ่นั้นมีการค้นคว้าหาข้อมูลที่หลากหลาย ทั้งจากหนังสือและจากเวปไซด์ต่างๆ แต่นักเรียนต่างไม่รู้จักการอ้างอิง ซึ่งในใบงานของผู้วิจัยได้มีช่องการเขียนอ้างอิง ซึ่งตอนแรกนักเรียนต่างมาถามว่า คือช่องอะไร ต้องตอบแบบไหน เมื่อผู้วิจัยได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการอ้างอิง นักเรียนส่วนใหญ่จึงมีการปฏิบัติตามคำแนะนำ แต่ผลจากการตรวจใบงานตอนสุดท้าย พบว่านักเรียนเลือกเขียนแหล่งอ้างอิงมาเพียงแหล่งเดียว และแหล่งข้อมูลที่เลือกมาบางคนเลือกมาจากแหล่งที่ไม่น่าเชื่อถือ ซึ่งในระหว่างที่ทำกิจกรรมอยู่นั้นผู้วิจัยสังเกตเห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ค้นคว้าข้อมูลจากหลายแหล่ง มีทั้งหนังสือและเวปไซต์ แต่เลือกที่จะเขียนเพียงแหล่งเดียว และมีนักเรียนประมาณร้อยละ 30 ที่ไม่เขียนแหล่งในการสืบค้นมาด้วย

วงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์ ในขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน พบว่า ในการการเข้าถึงข้อมูลของนักเรียนนั้น ได้ทำกิจกรรมการสรุปความรู้เรื่องการลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์ในรูปแบบแผนผังความคิด ซึ่งผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่เขียนอ้างอิงแหล่งข้อมูลกำกับแผนผังความคิด แต่มีรายละเอียดของเนื้อหาที่แตกต่างไปจากที่สอน แสดงให้เห็นว่าได้มีการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม

> ...Dialysis กับ Imbibition
>
> (S10, ผู้ให้สัมภาษณ์, 30 พฤศจิกายน 2564)

ซึ่งอีกร้อยละ 30 ของนักเรียนทำแผนผังความคิดโดยใช้ข้อมูลจากเอกสารประกอบการเรียนที่ผู้วิจัยได้ให้ก่อนการสร้างมโนทัศน์เบื้องต้น

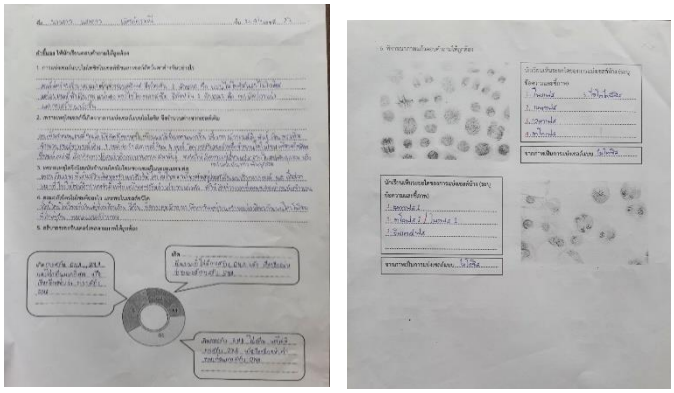


ภาพ 30 ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่มีการค้นคว้าเพิ่มเติมจากการจัดการเรียนรู้ในคาบ

วงจรปฏิบัติการที่ 3 การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแบ่งเซลล์ ในขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน พบว่าการเข้าถึงข้อมูล ใช้วิธีการตรวจสอบจากการทำใบงาน โดยรายละเอียดในใบงานจะถามในเรื่อง ความแตกต่างการแบ่งเซลล์ระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ผลลัพธ์ของการแบ่งเซลล์ ระยะก่อนเกิดการแบ่งเซลล์ และพิจารณาภาพจริงและระบุระยะของการแบ่งเซลล์ พบลักษณะพฤติกรรมของนักเรียน 3 กลุ่ม คือ

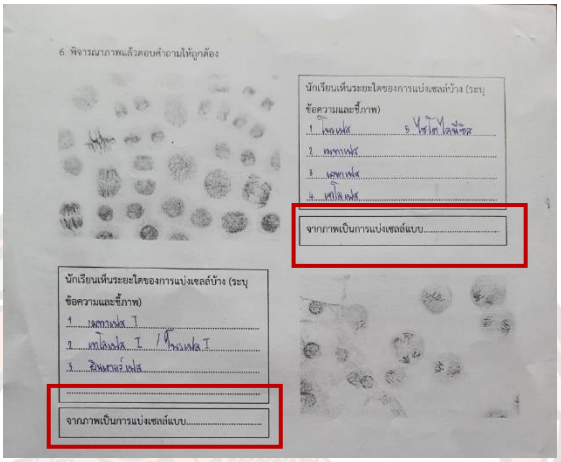
กลุ่มที่ 1 นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องทุกข้อ มีการศึกษาค้นคว้ารายละเอียดมาอย่างถูกต้อง และเขียนแหล่งอ้างอิงกำกับ แต่แหล่งอ้างอิงที่หามาไม่น่าเชื่อถือ (ระดับ IR2)

กลุ่มที่ 2 นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องทุกข้อ มีการศึกษาค้นคว้ารายละเอียดมาอย่างถูกต้อง แต่ไม่เขียนแหล่งอ้างอิง (ระดับ IR3)



ภาพ 31 ตัวอย่างใบงานของนักเรียนกลุ่มที่ IR3

กลุ่มที่ 3 นักเรียนไม่สามารถตอบได้ว่าภาพที่แสดง(ภาพจริง)เป็นกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสหรือไมโทซิส หรือไม่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์ในพืชและในสัตว์ได้ (ระดับ IR4)



ภาพ 32 ตัวอย่างใบงานของนักเรียนกลุ่มที่ 2

วงจรปฏิบัติการที่ 4 การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสืบค้นเพื่อตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง แต่ส่วนใหญ่ไม่เขียนแหล่งข้อมูลที่สืบค้น ผู้วิจัยเห็นเพียงพฤติกรรมการสืบค้นข้อมูลระหว่างที่ปฏิบัติกิจกรรมในห้องเรียน ซึ่งอยู่ระดับพอใช้ (IR3) ประมาณร้อยละ 52

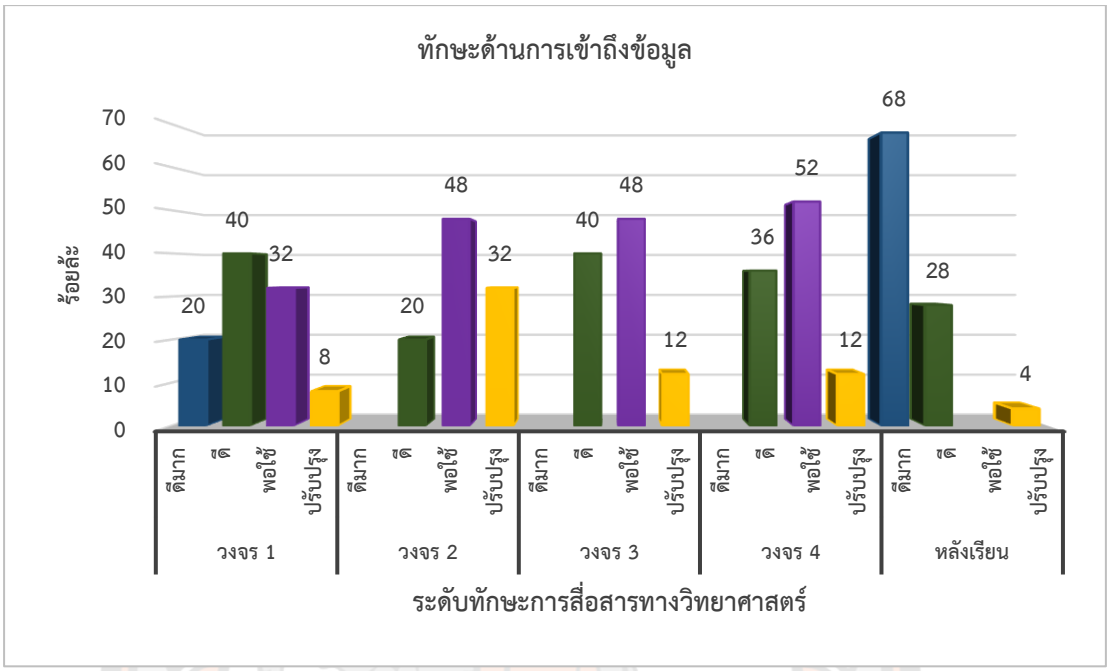
แบบทดสอบหลังเรียน โดยการใช้แบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งให้นักเรียนทำแบบทดสอบออนไลน์ โดยให้นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบจากแหล่งข้อมูล 5 แหล่ง และสรุปความหมายจากการค้นคว้า พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถหาข้อมูลตามโจทย์ได้ ซึ่งสามารถจัดแบ่งพฤติกรรมของนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 นักเรียนสามารถค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีแหล่งข้อมูลที่ไม่น่าเชื่อถือ 1-2 แหล่ง และยังสามารถสรุปประเด็นการค้นคว้าเพื่อตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง (ระดับ IR1)

กลุ่มที่ 2 นักเรียนค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย แต่บางแหล่งยังมีความไม่น่าเชื่อถือ และไม่สามารถสรุปประเด็นการค้นคว้าเพื่อตอบคำถามได้ (ระดับ IR2)

กลุ่มที่ 3 นักเรียนไม่ได้ค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งต่างๆ (ระดับ IR4)

ภาพ 33 ระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเข้าถึงข้อมูลของนักเรียน



จากภาพจะแสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมของนักเรียนในด้านการเข้าถึงข้อมูลของวงจรปฏิบัติการทั้ง 4 นั้น มีพฤติกรรมที่สามารถค้นคว้าหาข้อมูลที่ถูกต้องได้ แต่แหล่งข้อมูลยังคงไม่น่าเชื่อถือ และมักไม่เขียนระบุแหล่งอ้างอิงของข้อมูล ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้สามารถสามารถจัดกลุ่มพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเข้าถึงข้อมูลผ่านการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนได้เป็น 4 กลุ่ม ซึ่งเมื่อจัดระดับการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเข้าถึงข้อมูลของนักเรียนอยู่ในระดับพอใช้ ส่วนการจัดกลุ่มทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเข้าถึงข้อมูล ผ่านการสังเกตจากแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ได้เป็น 3 กลุ่ม โดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถสืบค้นข้อมูลด้วยตนเองได้ เมื่อประเมินระดับของทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเข้าถึงข้อมูลของนักเรียนอยู่ในระดับ ดีมาก

ทักษะการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนจะสามารถจับใจความจากการอ่านบทความทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยพฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนสามารถจับใจความจากการอ่านได้นั้น คือ นักเรียนสามารถตอบคำถามหลังจากการอ่านได้ สามารถสร้างสมมติฐานและเชื่อมโยงความรู้จากการอ่านกับมโนทัศน์ที่กำลังจะเรียนรู้ ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรม

ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สามารถจัดระดับกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

ตาราง 8 ร้อยละของระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

วงจรปฏิบัติการ	% ของนักเรียนที่จัดกลุ่มตามระดับ (จำนวนนักเรียน (คน))			ระดับ
	SR1 (ดีมาก)	SR2 (พอใช้)	SR3 (ปรับปรุง)	
1		40% (10)	60% (15)	ปรับปรุง
2	60% (15)	28% (3)	12% (7)	ดีมาก
3	20% (5)	64% (16)	16% (4)	พอใช้
4	64% (16)	24% (6)	12% (3)	ดีมาก
หลังเรียน	72% (18)	20% (5)	8% (2)	ดีมาก

จาก**วงจรปฏิบัติการที่ 1** การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของเซลล์ในขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง พบว่า เมื่อนักเรียนอ่านบทความจบลงและผู้วิจัยถามถึงความสำคัญของเซลล์ที่ได้จากการอ่านบทความ ในช่วงแรกนักเรียนไม่กล้าที่จะตอบหรือแสดงความคิดเห็น ผู้วิจัยจึงเรียกถามรายบุคคล ซึ่งได้คำตอบที่คล้ายกัน 2 ลักษณะ คือ

...เซลล์ คือหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

(S8, ผู้ให้สัมภาษณ์, 5 ตุลาคม 2564)

...เซลล์ คือโครงสร้างในร่างกายของมนุษย์

(S17, ผู้ให้สัมภาษณ์, 5 ตุลาคม 2564)

และเมื่อถามถึงการทำงานของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ นักเรียนคิดว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างกัน ซึ่งนักเรียนต่างตอบไปในทิศทางเดียวกันว่า ไม่เหมือนกัน และพอถามต่อว่าทำไมถึงไม่เหมือนกัน นักเรียนต่างเงียบ ไม่มีการตอบสนองกลับมา ต่อมาผู้วิจัยนำภาพของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์แสดงบนกระดานและถามถึงความแตกต่างของทั้งสอง นักเรียนตอบได้เพียงแค่ว่ามีรูปร่างที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงลองถามถึงความรู้เก่าที่นักเรียนเคยเรียนเรื่องเซลล์ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนต่างบอกว่าจำได้เพียงนิวเคลียสเป็นศูนย์กลางของเซลล์ และเซลล์เป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต ซึ่งภาพรวมของขั้นตอนนี้ดำเนินไปอย่างล่าช้า และไม่ต่อเนื่อง เนื่องจากยังไม่ได้รับความร่วมมือจากนักเรียนมากนัก ทำให้การวิเคราะห์หลังจากการสอนพฤติกรรมของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ที่ระดับ SR3 ประมาณร้อยละ 60

วงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์ ในขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง พบว่า ได้สังเกตทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากการอ่านข้อความในกระดานแสดงความคิดเห็นออนไลน์และการอภิปรายร่วมกันในห้องออนไลน์ ซึ่งนักเรียนสามารถจับใจความสำคัญจากเรื่องที่อ่านได้เป็นอย่างดี ทิศทางของคำตอบไปในแนวโน้มเดียวกันยกเว้นคำถามที่ถามให้ตั้งสมติฐานว่า หากอะมีบาเข้าสู่อวัยวะส่วนอื่นที่ไม่ใช่สมอง จะเกิดอะไรขึ้นบ้าง ซึ่งลักษณะของคำตอบแบ่งพฤติกรรมของนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 สามารถสร้างสมมติฐานสอดคล้องกับบทความที่อ่าน (ระดับ SR1)

> ...การกินของอะมีบาส่งผลให้เสียชีวิต เนื่องจากเกิดการอักเสบภายในร่างกาย
>
> (S10, ผู้ให้สัมภาษณ์, 5 ตุลาคม 2564)

กลุ่มที่ 2 สามารถสร้างสมมติฐาน แต่ไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์เบื้องต้น (ระดับSR 2)

> ...อาจเพียงแค่ไม่สบาย เนื่องจากเข้าในกระเพาะอาหาร ซึ่งภายในมีระบบการย่อยอาหาร อาจทำให้อะมีบาตายได้
>
> (S15, ผู้ให้สัมภาษณ์, 5 ตุลาคม 2564)

กลุ่มที่ 3 ไม่มีการสร้างสมมติฐาน (ระดับ SR 3)

วงจรปฏิบัติการที่ 3 การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแบ่งเซลล์ ในขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง พบว่า เมื่อนักเรียนอ่านข้อความในกระดานแสดงความคิดเห็นออนไลน์แล้วและมาอภิปรายร่วมกันในห้อง นักเรียนสามารถจับใจความสำคัญจากเรื่องที่อ่านได้เป็นอย่างดี ทิศทางของคำตอบไปในแนวโน้มเดียวกัน แต่จะมีบางคนที่คำตอบมีความแตกต่าง ซึ่งน่าจะมาจากการ

ค้นคว้าเพิ่มเติม เพราะได้เขียนระบุในรายละเอียดที่ไม่มีในบทความ เช่น ฮอร์โมนของพืช(ออกซิน จิบเบอเรลลิน เป็นต้น) ปัจจัยการเจริญเติบโต เป็นต้น แต่ไม่เชื่องโยงกับมโนทัศน์เบื้องต้น จึงเป็นการแสดงพฤติกรรมแบบระดับพอใช้ (SR2)

> ...ต้นไม้มีอายุมายาวนาน จึงได้รับสารอาหารและแร่ธาตุที่มีประโยชน์ต่อต้นไม้ไปสะสมเป็นจำนวนมาก
>
> (S5, ผู้ให้สัมภาษณ์, 5 มกราคม 2565)

> ...ฮอร์โมนพืช คือสารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นเองตามธรรมชาติในบริเวณอวัยวะหรือเนื้อเยื่อส่วนใดส่วนหนึ่งของต้นพืช ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
>
> (S3, ผู้ให้สัมภาษณ์, 5 มกราคม 2565)

นอกจากนั้นคำตอบนักเรียนไม่ได้ไปในทิศทางที่ไม่เชื่อมโยงกับมโนทัศน์เบื้องต้น เป็นการแสดงทักษะการสื่อสารด้านการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์แบบระดับปรับปรุง (SR3) คือ การสืบพันธุ์คือการเพิ่มจำนวนของสิ่งมีชีวิตและการเจริญเติบโตของพืชเกิดจากแบ่งเซลล์เพื่อขยายขนาด แต่นักเรียนส่วนใหญ่จะสื่อว่าการเจริญเติบโตของพืชมาจากการสะสมสารและได้รับฮอร์โมนกระตุ้น มีส่วนน้อยที่จะแสดงพฤติกรรมการสื่อสารในระดับดีมาก (SR1) คือกล่าวถึงการแบ่งเซลล์

> ...การขยายขนาดต้นไม้มี 3 กระบวนการต่าง ๆ เกิดขึ้นคือ 1.1 การแบ่งเซลล์ ทำให้มีจำนวนเซลล์เพิ่มมากขึ้น เซลล์ที่เกิดขึ้นใหม่จะมีลักษณะเหมือนเดิมแต่มีขนาดเล็กกว่า
>
> (S11, ผู้ให้สัมภาษณ์, 5 มกราคม 2565)

วงจรปฏิบัติการที่ 4 การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง พบว่านักเรียนทุกคนแสดงความคิดเห็นหลังจากอ่านบทความจบและสามารถอภิปรายร่วมกันได้อย่างราบรื่น ซึ่งแนวโน้มของคำตอบของนักเรียนทุกคนไปในทิศทางที่คล้ายๆกัน คือ

> ...แบคทีเรียมีการหายใจ ซึ่งมีไว้เพื่อการอยู่รอด
>
> (S19, ผู้ให้สัมภาษณ์, 31 มกราคม 2565)

แต่มีข้อคำถามเกี่ยวกับการหายใจของเซลล์เหมือนของมนุษย์หรือไม่ ซึ่งคำตอบของนักเรียนแสดงถึงพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 นักเรียนสามารถอ่านและจับใจความบทความได้ดี สามารถเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่จะเรียนรู้ และตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับบทความที่อ่าน (ระดับ SR1)

...หายใจได้เหมือนมนุษย์ซึ่งมีการหายใจแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน
(S25, ผู้ให้สัมภาษณ์, 31 มกราคม 2565)

กลุ่มที่ 2 นักเรียนสามารถอ่านจับจับความได้ดี แต่การเชื่อมโยงกับมโนทัศน์และการตั้งสมมติฐานยังไม่ครบถ้วน (ระดับ SR2)

...เซลล์มีการหายใจเหมือนมนุษย์ คือใช้ออกซิเจนในการหายใจ
(S20, ผู้ให้สัมภาษณ์, 31 มกราคม 2565)

กลุ่มที่ 3 นักเรียนไม่สามารถเชื่องโยงบทความกับมโนทัศน์และตั้งสมมติฐานได้ (ระดับ SR3)

...เซลล์ไม่มีการหายใจ
(S23, ผู้ให้สัมภาษณ์, 31 มกราคม 2565)

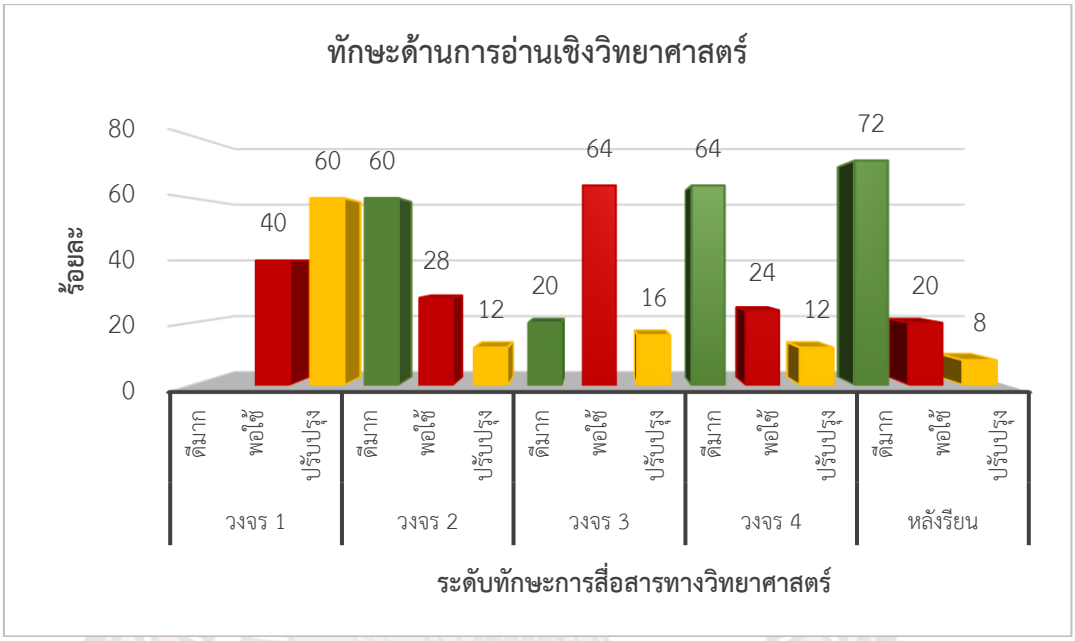
แบบทดสอบหลังเรียน โดยการใช้แบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนอ่านบทความ และตอบคำถาม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอ่านบทความและตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง ซึ่งได้จัดกลุ่มการแสดงพฤติกรรมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 นักเรียนสรุปใจความสำคัญจากการอ่านและตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งสามารถเชื่อมโยงกับมโนทัศน์เบื้องต้นได้ (ระดับ SR1)

กลุ่มที่ 2 นักเรียนอ่านบทความแล้วตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ และคำตอบมีความคลาดเคลื่อนกับมโนทัศน์เบื้องต้นเล็กน้อย (ระดับ SR2)

กลุ่มที่ 3 นักเรียนอ่านบทความแล้วตอบคำถามไม่ถูกต้อง อีกทั้งไม่สามารถเชื่อมโยงกับมโนทัศน์เบื้องต้นได้ (ระดับ SR3)

ภาพ 34 ระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน



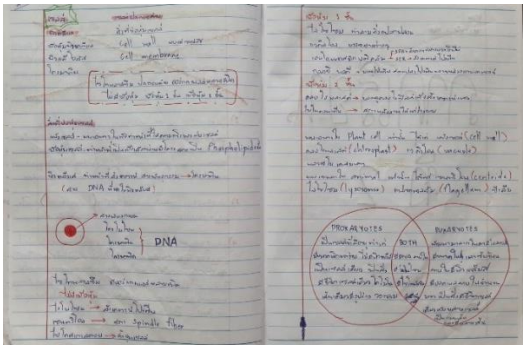
จากภาพจะแสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมของนักเรียนในด้านการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการทั้ง 4 นั้น มีพฤติกรรมที่สามารถอ่านจับใจความได้ดีขึ้น โดยเฉพาะกับบทความที่มีเรื่องราวน่าสนใจ เป็นเรื่องราวรอบตัวอย่างเช่นบทความในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ4 นักเรียนสามารถตอบคำถาม วิเคราะห์สิ่งที่อ่านและเชื่อมโยงกับมโนทัศน์เบื้องต้นได้ อีกทั้งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างสมมติฐานจากสิ่งที่อ่านได้ เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้สามารถสามารถจัดกลุ่มพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนได้เป็น 3 กลุ่ม โดยการแสดงออกของพฤติกรรมด้านการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก เช่นเดียวกับการจัดกลุ่มทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการสังเกตจากแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

ด้านการฟังและการสังเกต เป็นทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนจะสามารถจับใจความจากการฟังและสังเกตจากการจัดการเรียนรู้ผ่านการดูวิดีโอ หรือการสอนบรรยายประกอบรูปภาพ โดยพฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนสามารถจับใจความจากการฟังได้นั้น คือ นักเรียนสามารถตอบคำถามหลังจากการฟังได้ หรือสามารถจดบันทึกความเข้าใจและประเด็นที่สำคัญลงในสมุดได้ ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสามารถจัดกลุ่มนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

ตาราง 9 ร้อยละของระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการฟังและการสังแกตของนักเรียน

วงจรปฏิบัติการ	% ของนักเรียนที่จัดกลุ่มตามระดับ (จำนวนนักเรียน (คน))		ระดับ
	LO1 (ดีมาก)	LO2 (ปรับปรุง)	
1	20% (5)	80% (20)	ปรับปรุง
2	52% (13)	48% (12)	ดีมาก
3	80% (20)	20% (5)	ดีมาก
4	68% (17)	32% (8)	ดีมาก
หลังเรียน	84% (21)	16% (4)	ดีมาก

จาก**วงจรปฏิบัติการที่ 1** การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของเซลล์ในขั้นที่ 2 ขั้นการสร้างความรู้พื้นฐาน พบว่า จากการให้นักเรียนดูวิดีโอและทำการจดบันทึกลงสมุดนั้น การแสดงพฤติกรรมของนักเรียนส่วนใหญ่ คือ ให้ผู้วิจัยหยุดวิดีโอบ่อยครั้งเพราะต้องการจดบันทึกทุกข้อความที่แสดงในวิดีโอ แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถจับใจความในสิ่งที่ได้ยินเห็นได้ทันที ซึ่งส่งผลต่อการดำเนินการจัดการเรียนรู้ที่เป็นไปอย่างล่าช้า เมื่อวัดระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการฟังและการสังเกตของนักเรียนอยู่ในระดับปรับปรุง (ระดับ LO2) คิดเป็นร้อยละ 80



ภาพ 35 สมุดตัวอย่างของการจดบันทึกของนักเรียน เรื่องโครงสร้างของเซลล์

วงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์ ในขั้นที่ 2 ขั้นการสร้างความรู้พื้นฐาน พบว่าในสถานการณ์ที่ต้องปรับการเรียนเป็นรูปแบบออนไลน์อย่างกระทันหัน จึงได้สังเกตทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านฟังและสังเกตจากการจดบันทึกในสมุด และการตอบคำถามในการสอนแบบออนไลน์ โดยผู้วิจัยได้ส่งวิดีโอให้นักเรียนดูล่วงหน้าก่อนที่จะนัดหมายเจอกันในห้องเรียนออนไลน์ ซึ่งรูปแบบการสอนในคาบเรียนผู้วิจัยจะเน้นการถามมากกว่าการสอนแบบบรรยาย คำตอบที่ได้มีความถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ เช่น ความแตกต่างระหว่างการแพร่แบบธรรมดากับการแพร่แบบฟาลิติเทต คืออะไร ซึ่งเมื่อประเมินพฤติกรรมของนักเรียนส่วนใหญ่จัดอยู่ในระดับดีมาก (ระดับ LO1) ประมาณร้อยละ 52

...ไม่มีก้อนโปรตีนกับมีก้อนโปรตีนครับ

(S4, ผู้ให้สัมภาษณ์, 20 พฤศจิกายน 2564)

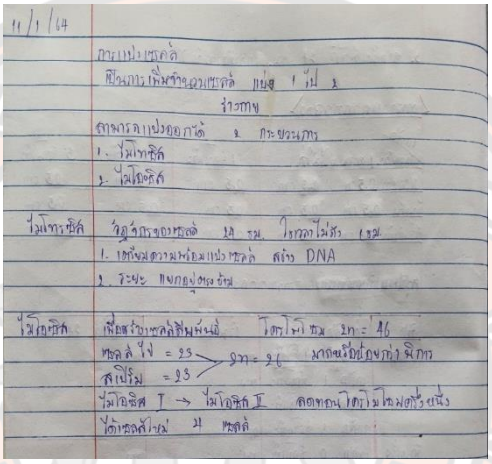
หรือ การออสโมซิสมีทิศทางจากไหลของน้ำจากจืดไปเค็ม หรือเค็มไปจืด

...จืด เท่ากับ น้ำเยอะ เค็มเท่ากับน้ำน้อย งั้นจากจืดไปเค็มค่ะ

(S20, ผู้ให้สัมภาษณ์, 20 พฤศจิกายน 2564)

แต่เนื่องจากสถานการณ์ที่ปรับการสอนกะทันหัน ส่งผลให้นักเรียนบางคนปรับตัวกับการสอนในลักษณะได้อย่างล่าช้า และมีปัญหาเรื่องระบบการสื่อสารออนไลน์ ทำให้บางคนไม่สามารถเปิดวิดีโอเพื่อทำการศึกษาก่อนได้ หรือบางคนไม่สามารถเข้าเรียนในคาบออนไลน์ได้ จึงทำให้มีนักเรียนครึ่งหนึ่งไม่สามารถวัดพฤติกรรมด้านการฟังและสังเกตได้อย่างแม่นยำ

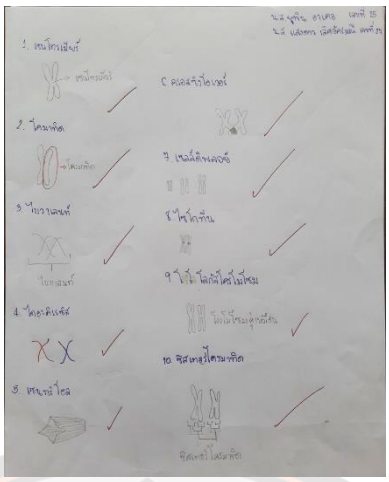
วงจรปฏิบัติการที่ 3 การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแบ่งเซลล์ ในขั้นที่ 2 ขั้นการสร้างความรู้พื้นฐาน พบว่า ผู้วิจัยได้ให้ประเด็นก่อนที่ทำการเปิดวิดีโอ 3 ประเด็น คือ 1.เป็นการแบ่งเซลล์ของเซลล์อะไร 2. เซลล์ผลลัพธ์ที่ได้มีจำนวนกี่เซลล์ และ 3. จำนวนโครโมโซมในแต่ละเซลล์มีเท่าไหร่ ส่งผลให้หลังจากวิดีโอจบลงและทวนถามคำถามถามอีกครั้ง นักเรียนส่วนใหญ่ตอบได้ถูกต้อง อาจมีบางคนที่ตอนแรกตอบว่าเป็นเซลล์พืช/เซลล์สัตว์ และเมื่อทำการตรวจสมุดนักเรียนก็มีจดบันทึกในลักษณะของประเด็นใจความสำคัญอีกด้วย ซึ่งพฤติกรรมของนักเรียนส่วนใหญ่สามารถประเมินอยู่ในระดับดีมาก (ระดับ LO1) คิดเป็นร้อยละ 80



ภาพ 36 สมุดของนักเรียนที่จดบันทึกจากการดูวิดีโอ เรื่องแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส

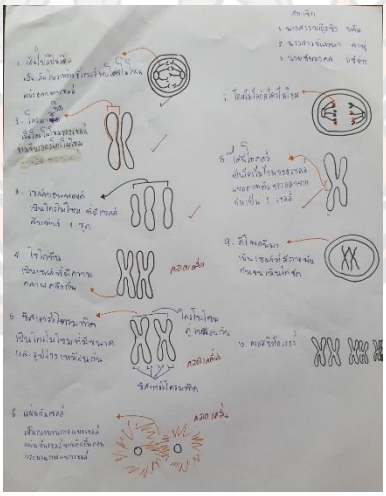
แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการสอน คือ นักเรียนต่างบอกว่าคำศัพท์ในเรื่องนี้ค่อนข้างเยอะและไม่เคยได้ยินมาก่อน จึงไม่เข้าใจการเกิดในแต่ละระยะ และไม่สามารถจดบันทึกได้ (ระดับ LO2) ผู้วิจัยจึงให้คำศัพท์นักเรียนไปค้นหาเพิ่มเติม ทั้งหมด 20 คำ และนัดทดสอบในคาบถัดไป โดยจะให้นักเรียนจับคู่เพื่อช่วยเหลือกันในการทำแบบทดสอบคำศัพท์ ผลที่ออกมาผู้วิจัยสามารถแบ่งกลุ่มนักเรียนออกได้เป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 นักเรียนสามารถวาดภาพตามความหมายของคำศัพท์ได้อย่างถูกต้อง ทั้ง 10 คำ และมีการชี้ตำแหน่ง หรือระบุจุดที่ต้องการสื่ออย่างชัดเจน



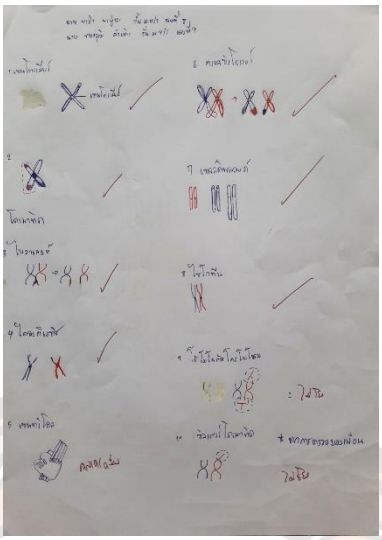
ภาพ 37 แบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 เรื่องคำศัพท์เฉพาะทางของการแบ่งเซลล์

กลุ่มที่ 2 นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในความหมายของคำศัพท์ประมาณ 2-3 คำ อาจเกิดจากการสับสนระหว่างคำบางคำที่มีลักษณะที่คล้ายกัน เช่น โฮโมโลกัสโครโมโซม กับซิสเตอร์โครมาทิด หรืออาจเกิดจากนักเรียนไม่ชี้ระบุถึงตำแหน่งของคำนั้นๆ



ภาพ 38 แบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 เรื่องคำศัพท์เฉพาะทางของการแบ่งเซลล์

กลุ่มที่ 3 นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนและตอบไม่ถูก ประมาณ 3-4 คำ เช่นคำว่า ครอสซิงโอเวอร์ วางรูปโครโมโซม 2 แท่ง อยู่ข้างกัน แต่ไม่มีการนำขามาไขว้กัน หรือการวางโครมาทิด โดยการวาดรูปเพียงแท่งเดียวไม่มีขา เป็นต้น



ภาพ 39 แบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 เรื่องคำศัพท์เฉพาะทางของการแบ่งเซลล์

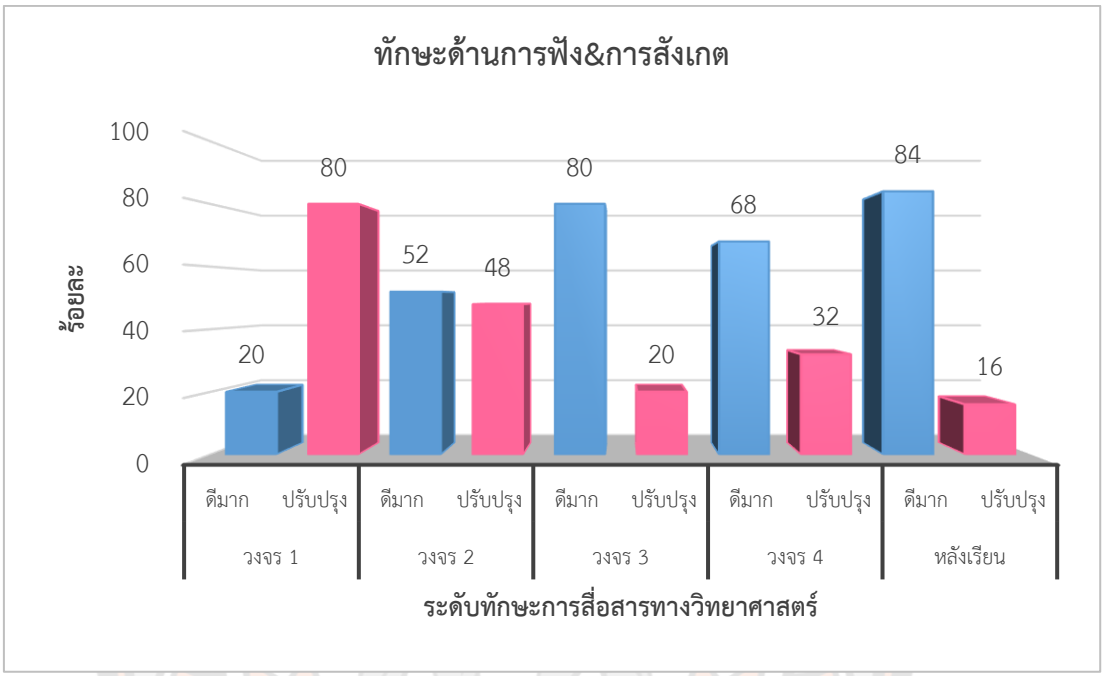
วงจรปฏิบัติการที่ 4 การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในขั้นที่ 2 ขั้นการสร้างความรู้พื้นฐาน พบว่า ในตอนแรกเมื่อผู้วิจัยเปิดวิดีโอจบลง จากการสังเกตนักเรียนไม่มีใครลงมือจดบันทึก และพอถามว่าจับประเด็นอะไรได้บ้าง นักเรียนตอบได้แค่ว่าเซลล์มีการหายใจด้วยออกซิเจน นอกจากนั้นนักเรียนไม่สามารถเข้าใจในกระบวนการที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด ซึ่งเป็นระดับพฤติกรรมด้านการฟังและการสังเกตที่ต้องปรับปรุง (ระดับ LO2) คิดเป็นร้อยละ 32 ของนักเรียนทั้งห้อง ผู้วิจัยจึงปรับวิธีการสอนเป็นแบบบรรยายควบคู่ไปกับการวาดกระบวนการในแต่ละขั้นตอน ซึ่งนักเรียนมีการจดตามและวาดกระบวนการต่างๆตาม ซึ่งก็ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจในมโนทัศน์เบื้องต้น และสามารถจดบันทึกลงสมุดได้มากขึ้น ทำให้มีพัฒนาการทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการฟังและการสังเกตในระดับดีมาก (ระดับ LO1) คิดเป็นร้อยละ 68

แบบทดสอบหลังเรียน โดยการใช้แบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนดูวีดิโอเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของยูกลีนาที่แม่น้ำปิง จากนั้นให้ตอบคำถาม พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถจับใจความจากการฟังและตอบคำถามได้ ซึ่งได้แบ่งพฤติกรรมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการฟังและการสังเกตของนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1นักเรียนดูวิดีโอและสามารถจับใจความเนื้อหาแล้วตอบตำถามได้อย่างถูกต้อง อย่างน้อย 4-5 ข้อ (ระดับ LO1)

กลุ่มที่ 2 นักเรียนดูวิดีโอและสามารถจับใจความเนื้อหาแล้วตอบตำถามได้อย่างถูกต้อง อย่างน้อย 2-3 ข้อ (ระดับ LO2)

ภาพ 40 ระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการฟังและการสังเกตของนักเรียน



จากภาพจะแสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมของนักเรียนในด้านการฟังและการสังเกตของวงจรปฏิบัติการทั้ง 4 นั้น มีพฤติกรรมที่สามารถจับใจความสำคัญจากการฟังได้ แต่ประเด็นที่ใช้ในการศึกษาด้วยวิธีการฟังและสังเกตนั้นต้องเป็นเรื่องที่ไม่ยากหรือซับซ้อนเกินไป เพราะจะส่งผลต่อพฤติกรรมของนักเรียนเช่นเดียวกับวงจรปฏิบัติการที่ 4 ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้สามารถสามารถจัดกลุ่มพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการฟังและการสังเกตผ่านการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนได้เป็น 2 กลุ่ม โดยระดับจากการประเมินในวงจรปฏิบัติการ 2-4 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก และจัดกลุ่มทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการฟังและการสังเกตผ่านการสังเกตจากแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ได้เป็น 2 กลุ่ม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่เกิดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสต์ด้านการฟังและการสังเกตอยู่ในระดับที่ดีมาก

ทักษะการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนจะสามารถเขียนรายงานบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์หลังจากการทำกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง โดยในรายงานมีส่วนประกอบที่ครบถ้วน นักเรียนสามารถออกแบบตารางบันทึกผลได้ หรือแสดงตารางหรือภาพของผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งสามารถเขียนสรุปผลการทดลองที่เชื่อมโยงจากผลที่

เกิดขึ้นจริงกับทฤษฎีที่ศึกษาไปก่อนหน้านั้นได้ ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สามารถจัดกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 ระดับ

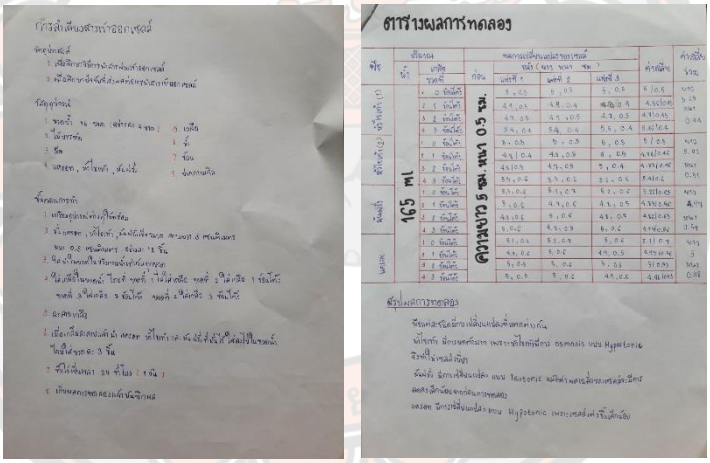
ตาราง 10 ร้อยละของระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

วงจรปฏิบัติการ	% ของนักเรียนที่จัดกลุ่มตามระดับ (จำนวนนักเรียน (คน))			ระดับ
	SW1 (ดีมาก)	SW2 (พอใช้)	SW3 (ปรับปรุง)	
1	16% (4)	64% (16)	20% (5)	พอใช้
2	52% (13)	48% (12)		ดีมาก
3	48% (12)	36% (9)	16% (4)	ดีมาก
4	52% (13)	32% (8)	16% (4)	ดีมาก
หลังเรียน	32% (8)	48% (12)	20% (5)	พอใช้

จาก**วงจรปฏิบัติการที่ 1** การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของเซลล์ในขั้นที่ 3 ขั้นการปฏิบัติการกลุ่ม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนบันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้องถึงแม้ว่าจะมีแบบฟอร์มการเขียนให้ล่วงหน้า นักเรียนวาดรูปของเซลล์ลงในตารางบันทึกผล โดยที่ภาพนั้นไม่ใช่ภาพที่ถูกต้อง และมีการเขียนสรุปผลการทดลองที่ผิด ซึ่งตรงจุดประสงค์นักเรียนเขียนว่าเพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ แต่นักเรียนไม่ได้สรุปในประเด็นนี้ ซึ่งเมื่อสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ในทักษะด้านการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ (SW2) และปรับปรุง (SW3) คิดเป็นร้อยละ 64 และ20 ตามลำดับ เมื่อผู้วิจัยได้ชี้แนะและแก้ไขจุดที่ผิดให้ถูกต้อง จึงมีนักเรียนบางกลุ่มปรับแก้รายงานเชิงปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 16 อยู่ในระดับที่ดีมาก (SW1)

วงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์ ในขั้นที่ 3 ขั้นการปฏิบัติการกลุ่ม พบว่า นักเรียนได้ทำการทดลองการลำเลียงสารรูปแบบออสโมซิสของแครอท มันฝรั่งและหัวไชเท้า โดยจะแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน สมาชิกในกลุ่มจะได้รับผิดชอบสิ่งทดลองคนละชนิด และทำการทดลองด้วยขั้นตอนที่เหมือนกัน หลังจากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจะมาพูดคุยสื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยนผลการทดลองของตนเอง ซึ่งรอบนี้นักเรียนส่วนใหญ่ทำได้ค่อนข้างดี ถึงแม้รายงานผลการทดลองที่ผู้วิจัยได้อ่านในรอบแรก นักเรียนไม่ได้มีการหาค่าเฉลี่ย หรือการจดบันทึกผลจากการทำซ้ำ แต่เมื่อได้รับคำแนะนำ นักเรียนก็นำไปปรับแก้ไขทำการสรุปผลรายงานร่วมกันอีกครั้ง จากการวิเคราะห์รายงานบทปฏิบัติการของนักเรียน พบว่าสามารถจำแนกกลุ่มพฤติกรรมออกเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 นักเรียนสามารถเขียนตารางผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง มีส่วนประกอบของรายงานครบถ้วน และอธิบายการสรุปผลได้อย่างชัดเจน (ระดับ SW1)



ภาพ 41 ตัวอย่างรายงานบทปฏิบัติการของกลุ่มที่1 เรื่อง การลำเลียงสารแบบออสโมซิส

กลุ่มที่ 2 นักเรียนสามารถเขียนตารางผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง มีส่วนประกอบของรายงานครบถ้วน แต่นักเรียนไม่ได้กล่าวสรุปว่ากระบวนการในการทดลองนี้เป็นกระบวนการออสโมซิส (ระดับ SW2)

วงจรปฏิบัติการที่ 3 การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแบ่งเซลล์ ในขั้นที่ 3 ขั้นการปฏิบัติการกลุ่ม พบว่า หลังจากนักเรียนได้ศึกษาภาพการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสจากสไลด์ถาวรและทำใบงานออนไลน์ พบว่านักเรียนสามารถทำใบงานได้อย่างถูกต้อง วาดรูปและเติมคำศัพท์ในแต่ละกระบวนการได้อย่างถูกต้อง เมื่อทำการวัดพฤติกรรมที่เกิดขึ้นอยู่ในระดับดี

มาก (SW1) คิดเป็นร้อยละ 48 ซึ่งอาจมีบางกลุ่มที่เกิดความสับสนในการเขียน/วาดระยะของแอนนาเฟส I แอนนาเฟส II หรือในเรื่องของการแยกโฮโมโลกัสโครโมโซม หรือซิสเตอร์โครมาติด จึงมีการปรับแก้ความเข้าใจในคาบเรียนทันที แสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมทักษะการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับพอใช้(SW2) ร้อยละ 36 แต่ก็มีบางกลุ่มที่ไม่สามารถวาดและเขียนกระบวนการแบ่งเซลล์ได้อย่างถูกต้อง (SW3) ส่งผลให้เมื่อผู้วิจัยเปิดภาพการแบ่งเซลล์ของพืชให้ดู นักเรียนต่างมีข้อสงสัยว่าภาพที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์และภาพที่ผู้วิจัยแสดงมีความแตกต่างกันอย่างไร ผู้วิจัยจึงต้องอธิบายเพิ่มเติม แต่ก็เกิดคำถามตามมาว่า

> ...ทำไมขั้นการแบ่งเซลล์จาก 1 เซลล์เป็น 2 เซลล์ ในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ถึงต่างกัน เกี่ยวกับเซนทริโอล หรือเซนโทรโซมหรือไม่
>
> (S15, ผู้ให้สัมภาษณ์, 8 กุมภาพันธุ์ 2565)

ซึ่งแสดงให้เห็นว่าก่อนหน้านั้นนักเรียนสามารถแยกเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้ แต่เมื่อศึกษาเรื่องการแบ่งเซลล์ผ่านวิดีโอ พบว่ากล่าวถึงกระบวนการแบ่งเซลล์ของเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ ทำให้นักเรียนเกิดความสับสนระหว่างแซลล์พืช เซลล์สัตว์ เซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ ส่งผลให้การเชื่อมโยงหรือจำแนกความแตกต่างนั้นในนักเรียนบางคนยังคงเกิดความคลาดเคลื่อนของความเข้าใจ

วงจรปฏิบัติการที่ 4 การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในขั้นที่ 3 ขั้นการปฏิบัติการกลุ่ม พบว่า นักเรียนได้ไปปฏิบัติการทดลองที่บ้านตนเอง และมาสรุปผลร่วมกันที่โรงเรียน จากการที่ผู้วิจัยตรวจรายงานปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกพฤติกรรมออกได้เป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 มีการออกแบบตารางบันทึกผลที่เข้าใจง่าย ระบุเนื้อหาเกี่ยวกับการทดลองครบถ้วนและสามารถสรุปผลได้ตรงกับวัตถุประสงค์ (ระดับ SW1)

กลุ่มที่ 2 มีการออกแบบตารางบันทึกผลที่เข้าใจง่าย ระบุเนื้อหาเกี่ยวกับการทดลองครบถ้วนแต่การสรุปผลการทดลองไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ (ระดับ SW2)

กลุ่มที่ 3 ตารางบันทึกผลการทดลองมีความซับซ้อน ยากต่อความเข้าใจ และการสรุปผลการทดลองไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ (ระดับ SW3)

แบบทดสอบหลังเรียน โดยการใช้แบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยมีข้อมูลผลการทดลองในรูปแบบตารางให้กับนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนทำการแปลงข้อมูลในตารางให้อยู่ในรูปแบบกราฟ และสรุปผลการทดลองให้ถูกต้อง พบว่า นักเรียนบางส่วนแปลงตารางมาเป็น

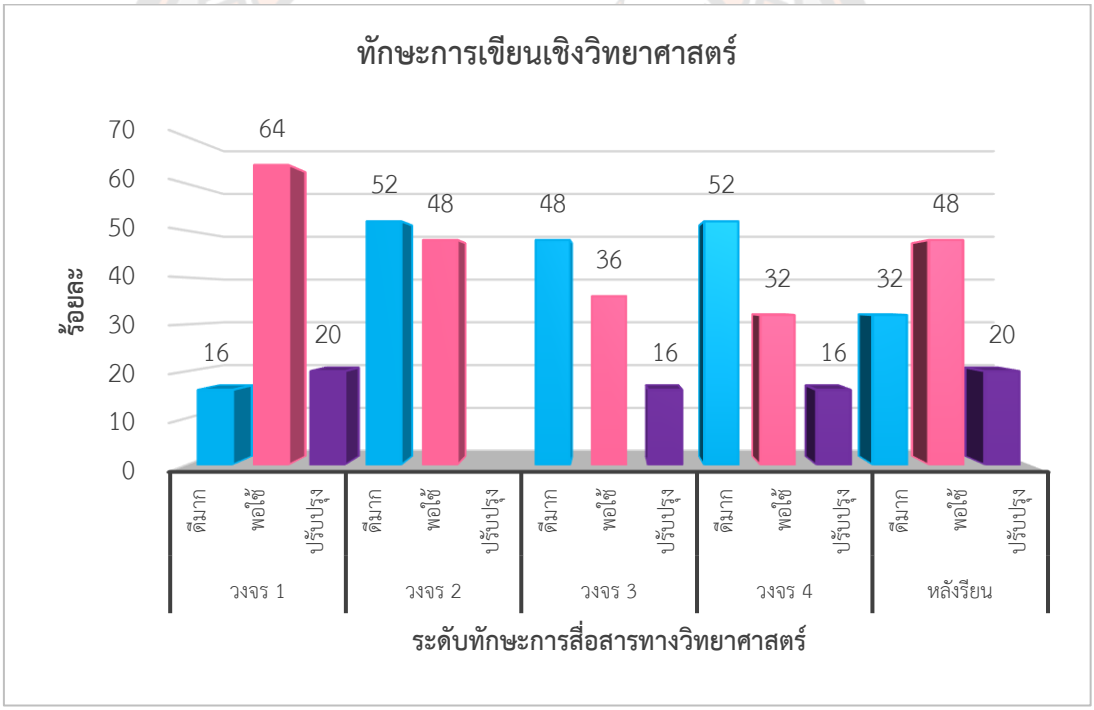
กราฟไม่ถูกต้อง และมีนักเรียนบางส่วนที่สรุปผลการทดลองไม่ถูกต้อง จึงจัดกลุ่มพฤติกรรมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 นักเรียนสามารถสร้างภาพจากตารางได้อย่างถูกต้อง และสามารถเขียนสรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง (ระดับ SW1)

กลุ่มที่ 2 นักเรียนสามารถสร้างภาพจากตารางได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สามารถเขียนสรุปผลการทดลองได้ (ระดับ SW2)

กลุ่มที่ 3 นักเรียนไม่สามารถสร้างภาพจากตารางได้ และไม่สามารถเขียนสรุปผลการทดลองได้ (ระดับ SW3)

ตาราง 11 ระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน



จากภาพจะแสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมของนักเรียนในด้านการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการทั้ง 4 นั้น มีพฤติกรรมที่สามารถเขียนรายงานบทปฏิบัติการได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน โดยเฉพาะในวงจรปฏิบัติการที่ 2-4 ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้สามารถสามารถจัดกลุ่มพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนได้เป็น 3 กลุ่ม และระดับพัฒนาการทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับดีมาก และเมื่อจัดกลุ่มทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้าน

การเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการสังเกตจากแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ได้เป็น 3 กลุ่ม ซึ่งระดับของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ พอใช้

ทักษะการสร้างตัวแทนภาพ เป็นทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนจะสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองในลักษณะของสัญศาสตร์รูปแบบต่างๆ เช่น สัญลักษณ์ออร์กาแนลในอาณาจักรเซลล์ ภาพเคลื่อนไหวการลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์ โมเดลการแบ่งเซลล์ และนิทานภาพการหายใจระดับเซลล์ ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการสร้างตัวแทนภาพนักเรียน สามารถจัดกลุ่มระดับนักเรียนออกเป็น 3 ระดับ

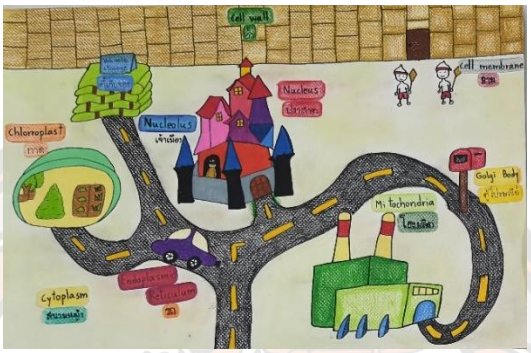
ตาราง 12 ร้อยละของระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการสร้างตัวแทนภาพนักเรียน

วงจรปฏิบัติการ	% ของนักเรียนที่จัดกลุ่มตามระดับ (จำนวนนักเรียน (คน))			ระดับ
	KP1 (ดีมาก)	KP2 (พอใช้)	KP3 (ปรับปรุง)	
1	20% (5)	64% (16)	16% (4)	พอใช้
2	32% (8)	52% (13)	16% (4)	พอใช้
3	64% (16)	20% (5)	16% (4)	ดีมาก
4	68% (17)	32% (8)		ดีมาก
หลังเรียน	32% (8)	56% (14)	12% (3)	พอใช้

จาก**วงจรปฏิบัติการที่ 1** การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของเซลล์ในขั้นที่ 4 ขั้นการสร้างผลงาน พบว่า การสร้างผลงานอาณาจักรเซลล์ตามลักษณะชาติพันธ์ต่างๆ ของนักเรียนนั้น ส่วนใหญ่ทำผลงานได้ดี มีการเชื่องโยงสัญลักษณ์กับตัวออร์กาแนลได้น่าสนใจ เช่น สวนผักกับคลอโรพลาสเป็นต้น โดยแต่ละกลุ่มมีการวาดรูปทรงของเซลล์ให้เหมาะกับเซลล์ที่เลือก (พืชหรือสัตว์) แต่มีบางกลุ่มที่ออร์กาแนลในอาณาจักรเซลล์ยังมีข้อผิดพลาดเล็กน้อย เช่น วาดรูป

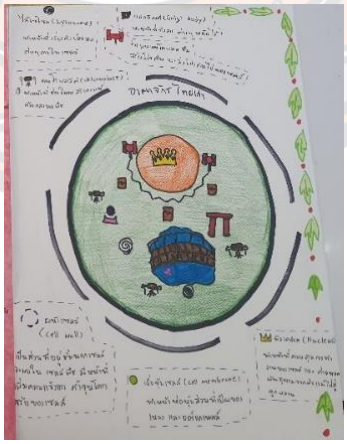
อาณาจักรเป็นทรงกลม แต่มีผนังเซลล์และคลอโรพลาส ซึ่งเมื่อได้ทำการแบ่งนักเรียนจึงออกมาได้เป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 วาดรูปทรงเซลล์ถูกต้องตามลักษณะเซลล์ที่เลือก คือ เซลล์พืชมีรูปร่างสี่เหลี่ยม และเซลล์สัตว์มีรูปร่างกลม ออร์กาแนลที่อยู่ในเซลล์มีความถูกต้องกับชนิดเซลล์ และสามารถกำหนดสัญลักษณ์ของออร์กาแนลได้เหมาะสมกับหน้าที่ของมัน (ระดับ VR1)



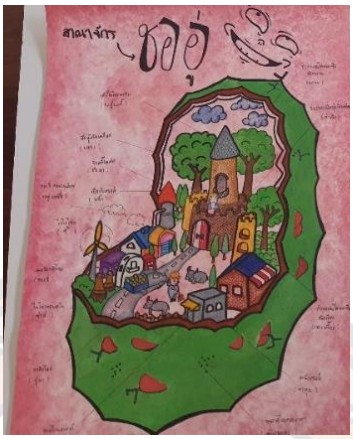
ภาพ 42 ผลงานของตัวอย่างของกลุ่มที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของเซลล์

กลุ่มที่ 2 วาดรูปทรงเซลล์ไม่ถูกต้องตามลักษณะเซลล์ที่เลือก คือ วาดรูปเซลล์ทรงกลมแต่ภายในมีออร์กาแนลผนังเซลล์ และคลอโรพลาส แต่สามารถกำหนดสัญลักษณ์ให้แต่ละออร์กาแนลได้เหมาะสมกับหน้าที่ (ระดับ VR2)



ภาพ 43 ผลงานของตัวอย่างของกลุ่มที่ 2 เรื่อง โครงสร้างของเซลล์

กลุ่มที่ 3 วาดรูปทรงเซลล์ไม่ถูกต้องตามลักษณะเซลล์ที่เลือก คือ วาดรูปเซลล์ทรงกลมแต่ภายในมีออร์กาแนลผนังเซลล์ และคลอโรพลาส อีกทั้งยังกำหนดสัญลักษณ์ไม่เหมาะสมกับหน้าที่ที่ทำ (ระดับ VR3)



ภาพ 44 ผลงานของตัวอย่างของกลุ่มที่ 3 เรื่อง โครงสร้างของเซลล์

วงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์ ในขั้นที่ 4 ขั้นการสร้างผลงาน พบว่า ผลงานของนักเรียนที่สร้างภาพเคลื่อนไหวหรือภาพสกุล .gif ส่วนใหญ่สามารถทำออกมาได้ดี มีความสวยงามของชิ้นงาน ซึ่งจากผลงานสามารถแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 ภาพเคลื่อนไหวมีความชัดเจน มีความลื่นไหลของภาพ และใส่เนื้อหาบรรยายภาพได้อย่างถูกต้อง (ระดับ VR1)

กลุ่มที่ 2 ภาพเคลื่อนไหวมีความชัดเจน มีความลื่นไหลของภาพเล็กน้อย แต่ไม่ใส่เนื้อหาบรรยายประกอบกับภาพมาด้วย (ระดับ VR2)

กลุ่มที่ 3 ภาพเคลื่อนไหวมีความไม่ชัดเจน อาจมีความเข้าใจเนื้อหาที่คลาดเคลื่อน (ระดับ VR3)

วงจรปฏิบัติการที่ 3 การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแบ่งเซลล์ ในขั้นที่ 4 ขั้นการสร้างผลงาน พบว่า การสร้างโมเดลการแบ่งเซลล์ของนักเรียนนั้นมีการสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยใช้วัสดุที่แตกต่างกันไป ทั้งดินน้ำมัน หรือโฟมเป็นต้น อีกทั้งผลงานของนักเรียนบางกลุ่มสามารถจัดวางเรียงโครโมโซมด้วยตนเองได้ ซึ่งสามารถใช้ตรวจสอบความเข้าใจอีกครั้งของนักเรียนได้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการแบ่งลักษณะผลงานออกเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 มีความถูกต้องของเนื้อหา จำนวนโครโมโซมเริ่มต้นถูกต้องตามที่กำหนด และแต่ละระยะมีการจัดวางตำแหน่งของโครโมโซมได้ถูกต้อง อีกทั้งเซลล์ผลลัพธ์ถูกต้องตามกระบวนการแบ่งเซลล์ (ระดับ VR1)

กลุ่มที่ 2 มีความถูกต้องของเนื้อหาบางส่วน คือมีระยะของการแบ่งเซลล์ครบ แต่จำนวนอาจมีความผิดพลาด หรือมีการจัดวางสลับไปมา ส่วนเซลล์ผลลัพธ์มีความถูกต้องตามกระบวนการแบ่งเซลล์ (ระดับ VR2)

กลุ่มที่ 3 ไม่มีความถูกต้องของเนื้อหาและการเกิดกระบวนแต่ละระยะไม่ชัดเจน (ระดับ VR3)

วงจรปฏิบัติการที่ 4 การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในขั้นที่ 4 ขั้นการสร้างผลงาน พบว่า จาการที่ให้นักเรียนสร้างผลงานเป็นนิทานภาพของหายใจระดับเซลล์นั้น โดยที่แต่ละกลุ่มนั้นจะได้รับโจทย์เริ่มต้นที่แตกต่างกัน ซึ่งจากการตรวจสอบการ์ตูนนิทานของนักเรียนสามารถจัดจำแนกพฤติกรรมการสร้างตัวแทนภาพออกมาได้เป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 เนื้อหาของนิทานมีความสอดคล้องและเชื่องโยงกับเนื้อหาการหายใจระดับเซลล์ มีความถูกต้องของเนื้อหา ทั้งในเรื่องตำแหน่งของการเกิดกระบวนการ จำนวน ATP สุทธิ เมื่อกำหนดปริมาณกลูโคสเริ่มต้น (ระดับ VR1)

กลุ่มที่ 2 เนื้อหาของนิทานไม่มีความสอดคล้องหรือเชื่องโยงกับเนื้อหาการหายใจระดับเซลล์ มีเพียงแค่ตัวการ์ตูนเริ่มต้น จากนั้นก็เขียนบรรยายกระบวนการที่เกิดขึ้นในการหายใจระดับเซลล์ แต่เนื้อหามีความถูกต้อง ทั้งในเรื่องตำแหน่งของการเกิดกระบวนการ จำนวน ATP สุทธิ เมื่อกำหนดปริมาณกลูโคสเริ่มต้น (ระดับ VR2)

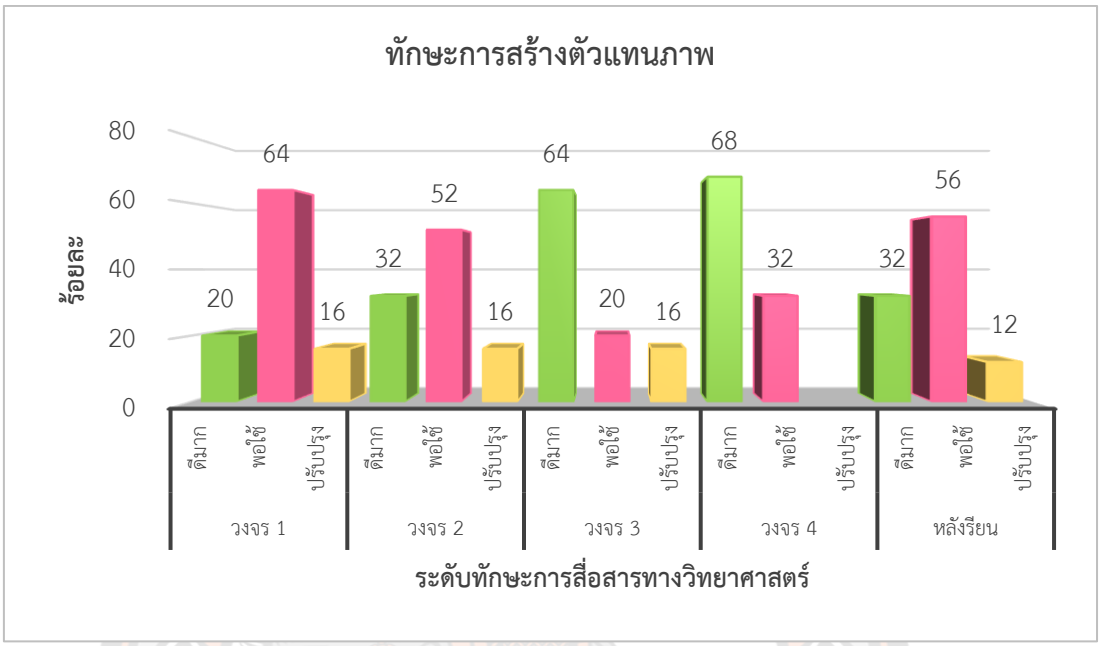
แบบทดสอบหลังเรียน โดยการใช้แบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งให้นักเรียนวาดภาพการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของเซลล์ยูกลีนา พบว่า นักเรียนบางส่วนสามารถวาดรูปการแบ่งเซลล์ได้อย่างถูกต้อง แต่บางส่วนยังมีองค์ประกอบของมโนทัศน์เบื้องต้นไม่ถูกต้อง เมื่อทำการแบ่งกลุ่มพฤติกรรมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการสร้างตัวแทนภาพออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 นักเรียนสามารถวาดรูปตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง มีความชัดเจนของลักษณะการแยกเซลล์ของยูกลีนา และสื่อถึงมโนทัศน์ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้อย่างชัดเจน (ระดับ VR1)

กลุ่มที่ 2 นักเรียนสามารถวาดรูปตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง มีความชัดเจนของของลักษณะการแยกเซลล์ของยูกลีนา แต่การสื่อถึงมโนทัศน์ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย (ระดับ VR2)

กลุ่มที่ 3 ภาพที่นักเรียนวาดมีความคลาดเคลื่อนของความเข้าใจ และไม่ค่อยชัดเจน แต่สามารถสื่อถึงมโนทัศน์ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ (ระดับ VR3)

ภาพ 45 ระดับทักษะการสื่อสารทาง วิทยาศาสตร์ด้านการสร้างตัวแทนภาพของนักเรียน



จากภาพจะแสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมของนักเรียนในด้านการสร้างตัวแทนภาพของวงจรปฏิบัติการทั้ง 4 นั้น มีพฤติกรรมที่สามารถสร้างผลงานในเชิงของสัญศาสตร์เพื่อแทนองค์ความรู้จากการศึกษาได้ ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้สามารถจัดกลุ่มพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการสร้างตัวแทนภาพผ่านการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนได้เป็น 3 กลุ่ม โดยพัฒนาการทักษะการสร้างตัวแทนของนักเรียนอยู่ในระดับดีมาก ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และ4 เมื่อจัดกลุ่มทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการสร้างตัวแทนภาพผ่านการสังเกตจากแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ได้เป็น 3 กลุ่ม โดยการแสดงออกของพฤติกรรมของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับพอใช้ หมายถึงความสามารถในการสื่อข้อมูลในเชิงภาพของนักเรียนมีความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์เล็กน้อย

ทักษะการนำเสนอความรู้ความเข้าใจ เป็นทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนจะสามารถออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน หรือถ่ายวีดีโอด้วยความมั่นใจ มีการนำเสนอความรู้ได้อย่างถูกต้อง และสามารถออกเสียงคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจนและถูกต้องด้วย ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำเสนอความรู้ความเข้าใจ ของนักเรียนสามารถแสดงค่าร้อยละในแต่ละระดับ

ตาราง 13 ร้อยละของระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความเข้าใจของนักเรียน

วงจรปฏิบัติการ	% ของนักเรียนที่จัดกลุ่มตามระดับ (จำนวนนักเรียน (คน))			ระดับ
	KP1 (ดีมาก)	KP2 (พอใช้)	KP3 (ปรับปรุง)	
1	20% (5)	64% (16)	16% (4)	พอใช้
2	68% (17)	32% (8)		ดีมาก
3	68% (14)		32% (8)	ดีมาก
4	52% (13)	32% (8)	16% (4)	ดีมาก
หลังเรียน	52% (13)	20% (5)	28% (7)	ดีมาก

จาก**วงจรปฏิบัติการที่ 1** การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของเซลล์ ในขั้นที่ 5 การนำเสนอความรู้ พบว่าได้สังเกตทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำเสนอความรู้ความเข้าใจ สังเกตจากการที่นักเรียนมานำเสนอหน้าชั้นเรียน ว่ามีความพร้อมก่อนนำเสนอหรือไม่และมีความเข้าใจในผลงานของกลุ่มตนเองก่อนออกมานำเสนอหรือเปล่า ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนแบบนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 นำเสนอด้วยความมั่นใจ มีความเข้าใจในเนื้อหาที่นำเสนอ สามารถนำเสนอได้โดยไม่อ่านบทพูด สามารถออกเสียงชื่อออร์กาแนลได้อย่างถูกต้อง และสามารถพูดได้ลื่นไหล คล่องแคล่ว (ระดับ KP1)

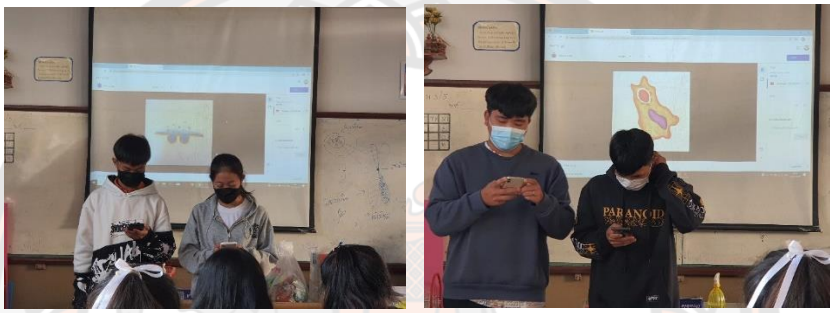
กลุ่มที่ 2 นำเสนอด้วยการอ่านจากบทพูดที่เตรียมมา เนื้อหาที่อ่านครบถ้วน แต่มีข้อผิดพลาดในการออกเสียงชื่อออร์กาแนลในบางตัว เช่น เพอรอกซิโซม และพลาสโมเดสมาตา ลักษณะของการพูดตะกุกตะกัก ไม่ลื่นไหล คล่องแคล่ว แสดงถึงความไม่มั่นใจนสิ่งที่กำลังอ่านออกมา (ระดับ KP2)

กลุ่มที่ 3 นำเสนอด้วยการอ่านจากบทพูดที่เตรียมมา เนื้อหาที่อ่านไม่ครบถ้วน และออกเสียงออร์กาแนลบางตัวผิดเพี้ยน (ระดับ KP3)

วงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์ ในขั้นที่ 5 การนำเสนอความรู้ พบว่าการนำเสนอหน้าชั้นเรียนนักเรียนทำออกมาได้ค่อนข้างดี สามารถจัดกลุ่มพฤติกรรมออกเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 นำเสนอโดยการพูด และสามารถออกเสียงคำศัพท์ได้อย่างถูกต้อง มีการเรียบเรียงเนื้อหาได้ครบถ้วน มีการยกตัวอย่างสถานการณ์การลำเลียงสารที่พบในชีวิตประจำวัน (ระดับ KP1)

กลุ่มที่ 2 นำเสนอโดยการอ่าน สามารถออกเสียงคำศัพท์บางคำได้อย่างถูกต้อง มีการเรียบเรียงเนื้อหาได้ครบถ้วน แต่ไม่มีการยกตัวอย่างสถานการณ์การลำเลียงสารที่พบในชีวิตประจำวัน (ระดับ KP2)



ภาพ 46 การนำเสนอหน้าชั้นเรียน เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์

วงจรปฏิบัติการที่ 3 การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแบ่งเซลล์ ในขั้นที่ 5 การนำเสนอความรู้ พบว่า ได้สังเกตทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำเสนองานจากการอัดวิดีโอ ซึ่งมีการปรับรูปแบบกระทันหัน แต่นักเรียนสามารถทำออกมาได้ดี เมื่อสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอที่เกิดขึ้น สามารถจัดกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 เนื้อหาที่นำเสนอครบถ้วน ออกเสียงคำศัพท์ได้ถูกต้อง มีการชี้ตำแหน่งของระยะแต่ละระยะขณะที่นำเสนอ หรือนำชิ้นส่วนโครโมโซมไปวางประกอบการนำเสนอไปด้วย (ระดับ KP1)

กลุ่มที่ 2 ออกเสียงคำศัพท์ได้ถูกต้อง แต่เนื้อหาที่นำเสนอไม่ครบถ้วน หรือไม่มีการชี้ตำแหน่งของระยะต่างๆในขณะที่นำเสนอ (ระดับ KP2)

กลุ่มที่ 3 นำเสนอแค่ความหมายของการแบ่งเซลล์ ไม่ได้อธิบายถึงระยะของการแบ่งเซลล์ (ระดับ KP3)

วงจรปฏิบัติการที่ 4 การจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในขั้นที่ 5 การนำเสนอความรู้ พบว่าโดยการสร้างวิดีโอเล่าการ์ตูนนิทาน ซึ่งนักเรียนทุกกลุ่มสามารถอ่านบทความได้อย่างคล่องแคล่ว ออกเสียงคำศัพท์ต่างๆได้อย่างถูกต้อง อาจมีตะกุตะกักใน

บางกลุ่มบ้าง แต่โดยรวมถือว่านักเรียนทำผลงานออกมาได้ดี เมื่อสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอที่เกิดขึ้น สามารถจัดกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 เนื้อหาที่นำเสนอครบถ้วน ออกเสียงคำศัพท์ได้ถูกต้อง เนื้อหาของนิทานร้อยเรียงไปกับมโนทัศน์ของการหายใจระดับเซลล์ได้อย่างถูกต้อง (ระดับ KP1)

กลุ่มที่ 2 ออกเสียงคำศัพท์ได้ถูกต้อง แต่เนื้อหาที่นำเสนอไม่ครบถ้วน หรือเนื้อหาของนิทานไม่ร้อยเรียงไปกับมโนทัศน์ของการหายใจระดับเซลล์ (ระดับ KP2)

กลุ่มที่ 3 ออกเสียงคำศัพท์บางคำไม่ถูกต้อง และเนื้อหาของนิทานไม่ร้อยเรียงไปกับมโนทัศน์ของการหายใจระดับเซลล์ (ระดับ KP3)

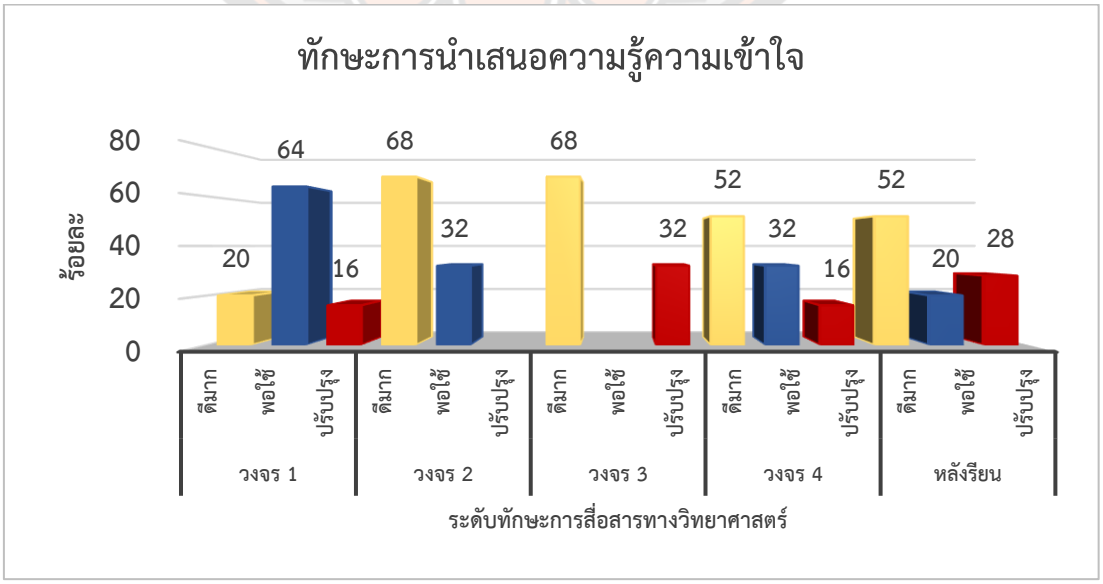
แบบทดสอบหลังเรียน โดยการใช้แบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้รูปแบบการสัมภาษณ์ผ่านโปรแกรมติดต่อสื่อสารออนไลน์(Line) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายกระบวนการหายใจระดับเซลล์ของยูกลีนาได้อย่างชัดเจน เมื่อสังเกตพฤติกรรมระหว่างการสัมภาษณ์สามารถจัดกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ตอบคำถามได้ครบถ้วน ออกเสียงคำศัพท์ได้ถูกต้อง อธิบายรายละเอียดมโนทัศน์ของการหายใจระดับเซลล์ได้อย่างชัดเจน (ระดับ KP1)

กลุ่มที่ 2 ออกเสียงคำศัพท์ได้ถูกต้องบางคำ แต่อธิบายรายละเอียดมโนทัศน์ของการหายใจระดับเซลล์และตอบคำถามไม่ครบถ้วน (ระดับ KP2)

กลุ่มที่ 3 นักเรียนอธิบายมโนทัศน์ของการหายใจระดับเซลล์ผิด (ระดับ KP3)

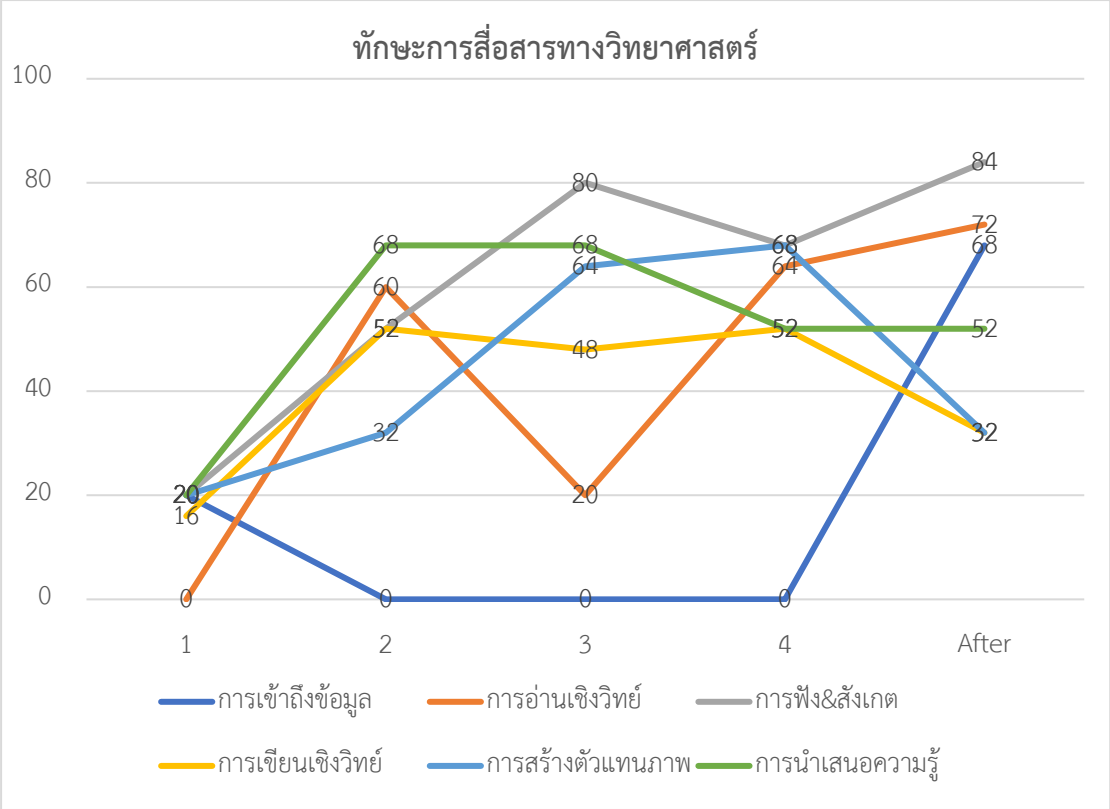
ภาพ 47 ระดับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความเข้าใจของนักเรียน



จากภาพจะแสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมของนักเรียนในด้านการนำเสนอความรู้ความเข้าใจของวงจรปฏิบัติการทั้ง 4 นั้น มีพฤติกรรมที่สามารถนำเสนอความรู้ได้อย่างถูกต้อง มีความมั่นใจและออกเสียงคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้สามารถสามารถจัดกลุ่มพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำเสนอความรู้ความเข้าใจผ่านการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนได้เป็น 3 ระดับ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการทั้ง 4 อยู่ในระดับดีมาก คือ นักเรียนออกเสียงคำศัพท์เฉพาะทางได้อย่างถูกต้อง มโนทัศน์ของเนื้อหาที่นำเสนอมีความครบถ้วนและถูกต้อง เช่นเดียวกับการจัดกลุ่มทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำเสนอความรู้ความเข้าใจผ่านการสังเกตจากแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ทักษะ ของนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้แบบประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม ข้อมูลทั้งหมดที่เก็บรวบรวมสามารถสรุปผลได้ว่า

ภาพ 48 พัฒนาการของทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับดีมาก



การพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเข้าถึงข้อมูลของนักเรียนจะสังเกตได้ว่านักเรียนมีการค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย แต่ไม่ได้ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลเหล่านั้น ก็นำข้อมูลมาใช้ในการตอบคำถามทันที ซึ่งการปฏิบัติกิจกรรมทั้งหมดนักเรียนมีพฤติกรรมการค้นคว้าข้อมูลอยู่บ่อยครั้ง แต่มีเพียงวงจรปฏิบัติการที่ 1 และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่มีการเขียนอ้างอิงแหล่งข้อมูล

การพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีพฤติกรรมที่พัฒนาขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่นักเรียนไม่สามารถจับประเด็นในการอ่านแล้วร่วมอภิปรายในชั้นเรียนได้ ส่วน วงจรปฏิบัติการที่ 2 3 4 และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถจับใจความจากการอ่านได้มากขึ้น อีกทั้งสามารถเชื่องโยงบทความกับมโนทศน์เบื้องต้นได้ โดยเฉพาะวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 4 ที่ใช้บทความจากเรื่องราวใกล้ตัว ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการอ่านและร่วมอภิปรายกันอย่างกระตือรือร้น และสามารถสร้างสมมติฐานจากการอ่านบทความทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วย

การพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการฟังและการสังเกตของนักเรียน พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนไม่สามารถจับใจความจากการฟังและสังเกตวิดีโอ แล้วทำการจดบันทึกความเข้าใจลงสมุดได้ ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 3 4 และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถจดบันทึกและตอบคำถามจากความเข้าใจ หลังจากการฟังและสังเกตวิดีโอได้

การพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนไม่มีความคุ้นเคยกับการทำการทดลอง ทำให้ไม่สามารถเขียนบันทึกผลและสรุปผลการทดลองได้ ผู้วิจัยจึงต้องแนะนำและอธิบายถึงลักษณะการเขียนรายงานบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนในส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 3 4 นักเรียนมีพัฒนาการในด้านการเขียนตามลำดับ โดยที่วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนบันทึกผลโดยไม่มีการหาค่าเฉลี่ยของค่าที่ทำการทดลองซ้ำ ซึ่งพอผู้วิจัยแนะนำ ก็สามารถแก้ไขให้ถูกต้องได้อย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นนักเรียนส่วนใหญ่สามารถออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง ส่วนในแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์นั้นนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแปลงข้อมูลในตารางให้กลายเป็นภาพได้ แต่มีบางคนที่เกิดความเข้าใจผิดนำค่าในตารางไปหาค่าเฉลี่ย จะทำให้ไม่สามารถสรุปผลได้อย่างถูกต้อง และไม่สามารถสร้างภาพตามข้อกำหนดของโจทย์ได้

การพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการสร้างตัวแทนภาพของนักเรียน พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 3 และ 4 นักเรียนสามารถสร้างผลงานได้ถูกต้องตามข้อกำหนดของโจทย์

แต่ความถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนเนื้อหาของบางกลุ่มในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบมากที่สุด เช่นระบุออร์กาแนลไม่ตรงกับเซลล์ที่เลือก สัญลักษณ์ที่สร้างมาแทนหน้าที่ของออร์กาแนลไม่มีความเชื่อมโยงกัน เป็นต้น หลังจากนั้นวงจรปฏิบัติการอื่นๆจะเกิดความเคลื่อนของเนื้อหาในปริมาณที่ไม่มาก ส่วนในแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์นั้นนักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างตัวแทนภาพตามโจทย์ได้อย่างถูกต้อง แต่มีบางส่วนที่รายละเอียดงานไม่ครบถ้วน เช่น ระบุจำนวนโครโมโซมไม่ตรงกับที่โจทย์กำหนด เซลล์ที่วาดในการแบ่งเซลล์ไม่ใช่รูปร่างของเซลล์ยูกลีน่า เป็นต้น

การพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำเสนอข้อมูลของนักเรียน พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนบางคนมีปัญหาในเรื่องของการพูดสื่อสารและการออกเสียงคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้การสื่อความหมายของชิ้นงานมีความคลาดเคลื่อนไป ส่วนในส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 3 4 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถออกเสียงคำศัพท์ต่างๆได้อย่างถูกต้อง เนื้อหามีความถูกต้อง แต่บางกลุ่มขาดความครบถ้วนของรายละเอียด และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนสามารถอธิบายถึงกระบวนการหายใจระดับเซลล์ได้อย่างถูกต้อง และมีรายละเอียดที่ครบถ้วน แต่มีบางกลุ่มที่เข้าใจโจทย์ผิด ทำให้คำตอบที่ออกมาไม่ถูกต้อง

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยปฏิบัติการเชิงคุณภาพเรื่อง เรื่อง การประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรน่า 2019 ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) พัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึมที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการทำงานของเซลล์ และ 2) ศึกษาพัฒนาการด้านทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การทำงานของเซลล์ผู้ร่วมวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงราย จำนวน 25 คน เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ว31204 ชีววิทยา เรื่องการทำงานของเซลล์ โดยจัดการเรียนรู้แบบประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ด้าน คือ 1. ทักษะการเข้าถึงข้อมูล (Information retrieval) 2. ทักษะการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific reading) 3. ทักษะการฟังและการสังเกต (Listening and observing) 4. ทักษะการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific writing) 5. ทักษะการสร้างตัวแทนภาพ (Visual representation) และ 6. ทักษะการนำเสนอความรู้ความเข้าใจ (Knowledge presentation) การนำเสนอข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ผ่านสื่อต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นภาพ โมเดล หรือวิดีโอ เพื่อสร้างความเข้าใจแก่บุคคลอื่น เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย คือ 1.)แผนการจัดการเรียนรู้ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมทั้งหมด 20 คาบ 2.)แบบสะท้อนผล 3.)แบบสังเกตพฤติกรรม และ 4.)แบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบการประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้สรุปผลและแยกอภิปรายเป็นคำถามตามลำดับ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ควรเป็นอย่างไร

การจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึมที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน ขั้นที่ 3 ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน และขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมขึ้นเอง ซึ่งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมีกิจกรรมหลัก อยู่ 4 กิจกรรม คือ การอ่านบทความ การแสดงความคิดเห็น การอภิปรายร่วมกัน และการสร้างสมมติฐาน โดยกิจกรรมเหล่านี้ทำเพื่อเตรียมพร้อมก่อนที่นักเรียนจะเข้าศึกษามโนทัศน์เบื้องต้น อีกทั้งต้องการฝึกให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเรื่องราวรอบตัวกับเนื้อหาความรู้ในหนังสือ ซึ่งความคาดหวังระหว่างปฏิบัติกิจกรรม คือ นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ มีการโต้ตอบในชั้นเรียนมากขึ้น และกล้าแสดงความคิดในเชิงวิทยาศาสตร์ออกมา โดยขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมผู้วิจัยได้ดูแล แนะนำ และสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ ผ่านทางการสื่อสารและอภิปรายร่วมกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Eric Jensen (2008) ว่าการจัดการเรียนรู้เริ่มต้นจะต้องมีการเตรียมสมองสำหรับการเชื่อมโยงความรู้และเตรียมซึมซับสิ่งใหม่ ผู้สอนอาจจะให้กำลังใจหรือกระตุ้นผู้เรียนด้วยการอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ และเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลความรู้เพิ่มเติมกับข้อมูลใหม่ตามความเป็นจริง จากการสะท้อนพบว่าบทความที่นำมาให้นักเรียนหากเป็นเรื่องราวรอบตัวและเกี่ยวกับการใช้ชีวิต นักเรียนจะให้ความสนใจและร่วมอภิปรายอย่างกระตือรือร้น อีกทั้งสามารถเชื่อมโยงเรื่องราวที่อ่านกับความรู้ใหม่ที่กำลังจะศึกษาในขั้นถัดไป

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน เป็นขั้นที่ผู้วิจัยให้นักเรียนได้ศึกษาความรู้เบื้องต้นจากการดูวิดีโอประมาณ 10-15 นาที และทำการจดบันทึกสิ่งที่เข้าใจ หรือประเด็นที่สำคัญลงในสมุด โดยเป็นการสร้างองค์ความรู้เบื้องต้นให้กับนักเรียน จากนั้นนักเรียนจะทำการค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นใบงาน แผนผังความรู้ หรือสรุปความรู้ในรูปแบบของตนเอง โดยขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมผู้วิจัยได้ดูแล แนะนำ และสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเข้าถึงข้อมูลและการฟังและการสังเกต ผ่านทางการการค้นคว้าด้วยตนเองเพื่อทำกิจกรรมต่างๆของนักเรียน และการจดบันทึกหลังจากการฟังและสังเกต ซึ่งสอดคล้องกับการอธิบายของ Bednar et.al. (1995) (อ้างอิงมาจาก ดร.อนุชา โสมาบุตร (2018)) ว่า เงื่อนไขการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของตามกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ว่าการสร้างการเรียนรู้ (Learning constructed) ความรู้ต่างๆ จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง จากประสบการณ์ โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ร่วมกับข้อมูลหรือความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว รวมทั้งประสบการณ์เดิม มาสร้างความหมายในการ

เรียนรู้ของตนเอง จากการสะท้อนผลพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างองค์ความรู้จากการศึกษาผ่านวีดิโอที่ผู้วิจัยเปิดให้ดูเป็นความรู้พื้นฐาน มารวมกับความรู้ใหม่ที่ได้จากค้นคว้าเพิ่มเติม และสร้างความรู้ใหม่โดยการสร้างสรรค์ผลงานต่างๆผ่านตัวแทนในขั้นตอนการสร้างผลงาน

ขั้นที่ 3 ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม เป็นขั้นตอนการทำงานเป็นกลุ่ม หรือกระบวนการที่นักเรียนได้ทำงานแบบร่วมมือกัน โดยที่นักเรียนจะมีการจัดกลุ่ม มีการวางแผนและปฏิสัมพันธ์กันระหว่างที่ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกิจกรรมการทดลองจะมีการปรับเปลี่ยนไปตามเนื้อหาที่กำลังศึกษา และนักเรียนได้ปฏิบัติทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน โดยดึงเรื่องราวรอบตัวของผู้เรียนมาใช้ในการทดลอง เช่น การศึกษาเซลล์ของต้นรากชู การทำสูตรหมักดองตามแบบชนเผ่าต่างๆ เป็นต้น การปฏิบัติการกลุ่มนักเรียนจะมีช่วงเวลาทำการทำงานร่วมกัน ช่วยเหลือกัน แลกเปลี่ยนความคิดกัน และมีการแบ่งงานไปทำตามความรับผิดชอบของตนเอง เป็นการฝึกการทำงานแบบระบบกลุ่ม เพื่อสามารถสร้างรายงานบทปฏิบัติการที่สมบูรณ์หลังจากการทดลองได้ โดยขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมผู้วิจัยได้ดูแล แนะนำ และสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ ผ่านการวางแผนและพูดคุยสื่อสารระหว่างทำการทดลอง และความสมบูรณ์ของเล่มรายงานบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เหมือนดังที่ สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2554) กล่าวว่า วิธีสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นวิธีการสอนที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน เน้นการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน สมาชิกในกลุ่มจะมีความสามารถแตกต่างกัน ส่งเสริมผู้เรียนให้รู้จักช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่มจะต้องร่วมกันรับผิดชอบต่อการทำงาน เพราะยึดตามแนวคิดที่ว่า ความสำเร็จของสมาชิกทุกคนจะรวมเป็นความสำเร็จของกลุ่ม ซึ่งจะสะท้อนผลออกมาให้เห็นในผลลัพธ์สุดท้ายของการทำงาน เนื่องจากการทำการทดลองมีช่วงให้นักเรียนกลับไปทำการทดลองด้วยตนเอง หากนักเรียนไม่มีการวางแผน พูดคุย หรือปรึกษางานที่ดี จะแสดงออกมาให้เห็นในรายงานบทปฏิบัติการที่ไม่มีความครบถ้วนของเนื้อหา และรายละเอียดของผลการทดลองจะผิดพลาด ซึ่งนักเรียนสามารถปฏิบัติงานร่วมกันได้เป็นอย่างดี รายงานบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความสมบูรณ์ครบถ้วนและถูกต้อง อีกทั้งผู้วิจัยสามารถซักถามรายละเอียดของการทดลองกับนักเรียนได้ แสดงให้เห็นถึงการสื่อสาร ความร่วมมือและความใส่ใจในการทำงาน

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ขึ้นมาในรูปแบบของสื่อภาพต่างๆ หรือในเชิงของสัญศาสตร์ นักเรียนจะได้สร้างสรรค์งานที่สร้างขึ้นจากองค์ความรู้ที่เรียนรู้โดยที่นักเรียนจะมีการแบ่งสมาชิกเพื่อทำงาน บางงานอาจเป็นคู่ บางงานอาจเป็นกลุ่มตั้งแต่ 3-6 คนต่อกลุ่ม ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ตอนนั้นและความยากของผลงาน หลังจากนั้นนักเรียนจะได้รับโจทย์ของงาน เช่น สร้างแผนที่ของอาณาจักรเซลล์ของชนเผ่าของตน สร้างภาพการเคลื่อนไหวของการ

ลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์ สร้างโมเดลการแบ่งเซลล์ และการสร้างนิทานภาพการหายใจระดับเซลล์ ซึ่งในแต่ละโจทย์ที่ได้รับ นักเรียนจะได้รับรายละเอียดภายในที่แตกต่างกัน เช่น อาณาจักรสัตว์ชนเผ่าจีน ภาพเคลื่อนไหวการแพร่ โมเดลการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส 2n=6 และนิทานภาพการหายใจระดับเซลล์บนเซลล์สมอง ที่เริ่มโมเกลกุลกลูโคส เท่ากับ 2 โมเลกุลเป็นต้น เพื่อให้เกิดการสื่อสารงานในกลุ่มอย่างเต็มที่ โดยขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมผู้วิจัยได้ดูแล แนะนำ และสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการสร้างตัวแทนภาพ ผ่านสื่อสารระหว่างทำงานและการสร้างผลงาน ความสมบูรณ์และและความถูกต้องของผลงาน ซึ่งสอดคล้องกับนิยามที่ Charles Sanders Peirce (2003) ได้ให้ไว้ว่าการสร้างความหมายและการสร้างตัวแทนทางความคิดที่หลากหลายรูปแบบ ส่วนมากอยู่ใน รูปของข้อความ รูปภาพ เสียง ท่าทาง เป็นต้น ซึ่งจะสะท้อนออกมาให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ของความรู้มากน้อยแค่ไหน เพราะผลงานที่สร้างขึ้นจะสื่อถึงความเข้าใจว่ามีประเด็นที่ถูกต้อง คลาดเคลื่อน หรือเข้าใจผิดในเรื่องใดบ้าง อย่างเช่น การออกแบบอาณาจักรเซลล์สัตว์ แต่มีออร์กาแนลคลอโรพลาสอยู่ผ่านใน หรือการลำเลียงสารแบบแอคทีฟทรานสปอร์ต แต่ภาพเคลื่อนไหวที่สื่อออกมานั้นเป็นลำเลียงสารจากฝั่งที่เท่ากันไปหาฝั่งที่มีโมเลกุลเท่ากัน เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยจะต้องทำการแก้ไขก่อนที่จะเป็นความจำ ความเข้าใจของนักเรียน แต่นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างสรรค์ผลงานได้สวยงาม และองค์ความรู้ถูกต้อง

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้ เป็นการนำผลงานจากขั้นการสร้างผลงานมานำเสนอในรูปแบบการนำเสนอหน้าชั้นเรียน หรือนำเสนอผ่านวิดีโอ ขึ้นกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงนั้น โดยความคาดหวังของผู้วิจัย คือ นักเรียนสามารถสื่อสารให้ผู้รับสารเข้าใจได้ และตนเองก็สื่อสารจากความเข้าใจของตนเองเช่นกัน หลังจากนำเสนอ ผู้ฟังจะได้รับโอกาสในการพูดเสนอแนะและติชม โดยขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมผู้วิจัยได้ดูแล แนะนำ และสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำเสนอความรู้ ผ่านสื่อสารหน้าชั้นเรียนและวีดิโอ โดยตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและการสื่อสารคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับหนึ่งในขั้นตอนการสอนของ Weebly (2018) ที่แบ่งการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ออกเป็น 6 ขั้นตอน โดยเฉพาะขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอและประเมินผล (Share results) ซึ่งให้นักเรียนจัดทำเอกสารหรือชิ้นงาน สำหรับนำเสนอองค์ความรู้ที่ค้นพบใหม่ต่อเพื่อนหรือเผยแพร่ต่อสาธารณะ ในการนำเสนอต้องเปิดโอกาสให้ผู้ฟังสามารถซักถามประเด็นที่สงสัย หรือสนับสนุนแนวคิดได้ จากการดำเนินกิจกรรมข้างต้นสะท้อนผลหลังจากปฏิบัติได้ คือ นักเรียนส่วนใหญ่มีความกล้าแสดงออกมากขึ้น สามารถออกเสียงคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และสามารถอธิบายถึงประเด็นความรู้จากผลงานได้อย่างถูกต้อง อีกทั้ง

ผู้ฟังยังสามารถเสนอแนะ กล่าวถึงข้อดีและจุดปรับปรุงได้ แสดงให้เห็นถึงความสนใจฟังและความเข้าใจในเนื้อหาที่เพื่อส่งสารนำเสนอ โดยภาพรวมนักเรียนมีพัฒนากระบวนการสื่อสารมากขึ้น

ข้อค้นพบเพิ่มเติม จากการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม ทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ พบว่าในระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละวงจรนั้น นักเรียนมีพฤติกรรมในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้หรือในระดับปรับปรุง เมื่อผู้วิจัยสังเกตและได้แนะนำปรับปรุง ทำให้มีนักเรียนส่วนใหญ่มีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไป อยู่ในระดับที่ดีมาก ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 ในขั้นการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการกลุ่ม นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมส่องกล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษาโครงสร้างภายในของเซลล์ ซึ่งกิจกรรมครั้งนี้เป็นครั้งแรกที่นักเรียนได้ลองปฏิบัติกิจกรรมและเขียนรายงานด้วยตนเองครั้งแรก ส่งผลให้ขาดความชำนาญในการใช้กล้องจุลทรรศน์และเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการวาดรูปโครงสร้างของเซลล์จากสไลด์สดและสไลด์ถาวร อีกทั้งนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนสรุปผลตามจุดประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ล่วงหน้า ผู้วิจัยเมื่อเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นจึงได้ให้คำแนะนำเรื่องการบันทึกผลการทดลอง และการเขียนสรุปผลการทดลองที่ถูกต้องให้กับผู้เรียน ส่งผลให้ในรายงานปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ของบางกลุ่มมีความถูกต้องของเนื้อหามากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ญาสุมิน วรกิจจานนท์ (2563) ที่ศึกษาการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน พบว่าเมื่อนักเรียนมีคะแนนในแต่ละองค์ประกอบทั้งเนื้อหา ภาษา บริบท และสิ่งแทนความดีขึ้นเรื่อยๆเมื่อผ่านการประเมินในแต่ละครั้ง แสดงให้เห็นว่าเมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมก็จะมีพัฒนาการในการเขียนมากขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดการเรียนรู้ในวงจรนี้เกิดขึ้นในสภาวะที่มีการระบาดของเชื้อโคโรน่าอย่างหนักในบริเวณรอบๆโรงเรียน ทำให้โรงเรียนประกาศหยุดกะทันหัน ทั้งครูและนักเรียนจึงไม่ได้สื่อสารถึงแนวทางในการปรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ล่วงหน้า ผู้วิจัยจึงนัดหมายนักเรียนเพื่อสอนออนไลน์ผ่านระบบออนไลน์ ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ในครั้งแรกผ่านไปอย่างไม่ราบรื่น เนื่องจากนักเรียนบางคนเข้าระบบไม่ได้ บางคนไม่ชำนาญในการใช้ระบบจึงทำให้หลุดออกโปรแกรมบ่อยครั้ง หรือมีปัญหาเรื่องเสียงและการเปิดสไลด์ประกอบการสอนของผู้วิจัย ทำให้การจัดการเรียนรู้ครั้งนั้นจึงต้องจบลงอย่างรวดเร็ว ผู้วิจัยจึงปรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมองและขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน โดยการส่งบทความ วีดิโอ และเอกสารประกอบการเรียนให้นักเรียนศึกษาล่วงหน้า จากนั้นกำหนดระยะเวลาที่ให้นักเรียนเข้ามาตอบคำถามและแสดงความ

คิดเห็นในกระดานแสดงความคิดเห็นออนไลน์ก่อนที่จะอภิปรายร่วมกันอีกครั้งในห้องเรียนออนไลน์ และการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 ก็ปรับมาเน้นในการถามคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจมากกว่าการสอนแบบบรรยาย ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในรอบที่ 2 นี้ก็ผ่านไปอย่างราบรื่น รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการกลุ่มก็ต้องปรับด้วยเช่นกัน ผู้วิจัยให้นักเรียนทุกคนทำการทดลองที่บ้านของตนเอง โดยแต่ละคนจะได้รับหน้าที่ในการรับผิดชอบในกลุ่มที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนต้องมีการสื่อสารร่วมกันมากขึ้น ซึ่งผู้วิจัยมีนัดหมายตรวจตารางผลการทดลองก่อนกำหนดวันส่งรายงานสมบูรณ์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจความสำคัญในเรื่องการทำซ้ำในการทดลอง ส่งผลให้ตารางผลการทดลองมีความคลาดเคลื่อนของข้อมูล ผู้วิจัยจึงอธิบายเหตุผลและความสำคัญเรื่องการทำซ้ำ นักเรียนจึงกลับไปทำการทดลองอีกครั้งและได้รายงานบทปฏิบัติการที่ถูกต้องและสมบูรณ์มากขึ้น สอดคล้องกับ บุญฤดี แซ่ล้อ (2544) ให้ความหมายการทดลองว่า การทดลองเป็นการสร้าง เหตุการณ์หรือสถานการณ์จำลองขึ้นมาอย่างหนึ่ง เพื่อจะได้สังเกตผลที่เกิดขึ้นภายใต้การควบคุมเงื่อนไขต่างๆไว้แล้ว และเพื่อจะทดสอบซ้ำได้อีก การทดลองมีวัตถุประสงค์ที่จะทดสอบสมมติฐานที่สงสัย โดยการกระทำให้วัตถุหรือเหตุการณ์เกิดการเปลี่ยนแปลงแล้ว นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกันและสรุปผลตอบวัตถุประสงค์ที่ตั้งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้จัดการเรียนรู้ในเรื่องการแบ่งเซลล์ ซึ่งมีความซับซ้อนของเนื้อหาและปริมาณคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างมาก ส่งผลต่อการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 ขั้นการสร้างความรู้พื้นฐาน เมื่อนักเรียนไม่เข้าใจความหมายของคำศัพท์ที่เกิดขึ้นในแต่ละระยะของการแบ่งเซลล์ ส่งผลต่อการดูวิดีโอและการสืบค้นเพื่อทำใบงาน ผู้วิจัยจึงจัดทดสอบย่อย โดยให้นักเรียนไปค้นหาความหมายของคำศัพท์ในกระบวนการแบ่งเซลล์ จากนั้นทดสอบโดยการให้นักเรียนวาดรูปตามคำบอก ส่งผลให้เพิ่มความเข้าใจในมโนทัศน์ของเนื้อหามากขึ้น แต่การที่นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาผ่านภาพจำลองของเซลล์สัตว์บ่อยครั้ง ทำให้นักเรียนไม่สามารถอธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นจากภาพที่เป็นภาพจริงของเซลล์ และไม่สามารถแยกความแตกต่างของการแบ่งเซลล์ที่เกิดขึ้นระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้ ผู้วิจัยจึงต้องให้นักเรียนศึกษาผ่านกล้องจุลทรรศน์ส่องสไลด์ถาวรของการแบ่งเซลล์สัตว์แบบโทซิสและไมโอซิส และเปิดภาพการแบ่งเซลล์ของพืชให้นักเรียนดู สอดคล้องกับความคิดของ Edgar Dale (อางถึงใน กิดานันทมลิทอง, 2543) ที่กล่าวว่า “กรวยประสบการณ” (cone of experiences) ขั้นที่ 1 ประสบการณตรง (Direct or Purposeful Experiences) เป็นประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมมากที่สุด สื่อการสอนที่สร้างประสบการณ์ให้ผู้เรียนสามารถรับรู้และเรียนรู้ได้ด้วย

ตนเอง ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เข้าไปอยู่ในสถานการณ์จริงและได้สัมผัสด้วยตนเองจากประสาทสัมผัสทั้งห้า

วงจรปฏิบัติการที่ 4 ในขั้นที่ 2 ขั้นการสร้างความรู้พื้นฐาน นักเรียนไม่สามารถจับใจความจากการดูวีดิโอและสรุปมโนทัศน์ตามความเข้าใจได้ เนื่องจากเนื้อหาเรื่อง การหายใจระดับเซลล์มีความยากและค่อนข้างซับซ้อนในแต่ละกระบวนการ อีกทั้งมีปฏิกิริยาทางเคมีแสดงให้เห็นในหลายส่วน สร้างความสับสนให้กับนักเรียนเป็นอย่างมาก ผู้วิจัยจึงต้องมีการปรับการสอนในขั้นนี้โดยใช้วิธีการบรรยายเนื้อหาประกอบรูปภาพไปทีละขั้นตอน สอดคล้องกับความคิดของ ลลิตา เอียดนุสรณ์ (2553) ที่สรุปไว้ว่าการจะให้นักเรียนจดจำเรื่องราวต่างๆต่างได้นั้น ต้องให้นักเรียนเข้าใจถึงรายละเอียดก่อนว่ามีอะไรบ้าง แล้วลงมือท่องและทำตามชุดกิจกรรม ซึ่งไม่เพียงช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้นเท่านั้นแต่จะทำให้นักเรียนสามารถจดจำได้ดียิ่งขึ้นด้วย

จากการศึกษาสรุปได้ว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เรื่อง การทำงานของเซลล์ สำหรับพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมสมอง ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน ขั้นที่ 3 ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างผลงาน และขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอความรู้ โดยขั้นที่ 1 นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันจากอ่านบทความทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการอภิปรายจะไปในทิศทางที่ดีนั้น ควรนำบทความใกล้ตัวหรือเรื่องราวรอบๆตัวนักเรียนจะเป็นการกระตุ้นความสนใจได้มากขึ้น ซึ่งเป็นการฝึกฝนและพัฒนาทักษะการสื่อสารด้านการอ่านบทความวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ส่วนขั้นที่ 2 ให้นักเรียนดูวิดีโอประมาณ 15-20 นาที มีการให้นักเรียนฝึกจดบันทึก และฝึกการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม โดยการติดตามและปรับปรุงจากผู้วิจัยทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาทักษะการสื่อสารด้านการฟังและสังเกตและการเข้าถึงข้อมูล ขั้นที่ 3 นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ จากนั้นเขียนรายงานบทปฏิบัติหลังจากการทดลอง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและเรียนรู้ถึงกระบวนการทำงานทางวิทยาศาสตร์และการสื่อสาร การทำงานร่วมกัน โดยเป็นการฝึกฝนและพัฒนาทักษะการสื่อสารด้านการเขียนรายงานทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ขั้นที่ 4 เป็นขั้นการสร้างองค์ความรู้ออกมาในลักษณะผลงานที่เป็นตัวแทนภาพ เป็นการฝึกฝนและพัฒนาทักษะการสื่อสารด้านการสร้างตัวแทนภาพให้กับนักเรียน ส่วนขั้นตอนสุดท้าย ขั้นที่ 5 นักเรียนจะนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนหรือผ่านทางวิดีโอ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนการสื่อสารและการออกเสียงคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้อง กระบวนการเหล่านี้เป็นการฝึกฝนและพัฒนาทักษะการสื่อสารด้านการนำเสนอความรู้ของนักเรียน

2. เมื่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิส เรื่อง การทำงานของเซลล์ จะพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร

การจัดการเรียนรู้แบบประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เรื่อง การทำงานของเซลล์ มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การทำงานของเซลล์ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึมที่แบ่งออกเป็นกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งการอ่านบทความวิทยาศาสตร์ การทำใบงาน/ใบกิจกรรม การทดลองวิทยาศาสตร์ การสร้างสรรค์ผลงานและการนำเสนอความรู้ โดยการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.1 ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเข้าถึงข้อมูล

การจัดการเรียนรู้แบบประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เรื่อง การทำงานของเซลล์ ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้มีการฝึกฝนในการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งที่หลากหลาย ทั้งจากหนังสือหรือในโลกออนไลน์ด้วยตนเอง โดยนักเรียนต้องมีการตรวจสอบว่าแหล่งข้อมูลเหล่านั้นมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือพอที่จะนำมาเป็นแหล่งคำตอบหรือไม่ ดังที่ จุมพล เหมะคีรินทร์ (2552) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ว่าต้องเป็นผู้รู้เท่าทันสื่อและเทคโนโลยี หรือที่ Hurd (2000) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์มีทักษะหลักและทักษะย่อยมากมาย หนึ่งในนั้น คือการรวบรวมข้อมูล ที่ต้องมีการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งที่หลากหลาย และสามารถจัดกระทำข้อมูลหรือสรุปข้อมูลเหล่านั้นในรูปแบบการเขียนได้ กิจกรรมในห้องเรียนผู้วิจัยจึงมีกิจกรรมให้นักเรียนได้ทำการค้นคว้ามากมาย ไม่ว่าจะเป็นการค้นคว้าทำใบงาน ค้นคว้าเพื่อตอบคำถาม หรือค้นคว้าเพื่อทำการสรุปความรู้ ซึ่งในแต่ละกระบวนการนั้น เมื่อนักเรียนทำบ่อยครั้งจนเป็นความเคยชิน นักเรียนก็เริ่มมีการค้นคว้าจากแหล่งต่างๆ เพื่อใช้ในการอภิปรายร่วมกันในห้อง หรือใช้ในการทำผลงาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ornit Spektor-Levy (2009) ที่วิจัยได้สร้างแบบฝึกหัดขึ้นมาแล้วให้นักเรียนค้นหาคำตอบจากแหล่งต่างๆในห้องสมุด โดยผู้วิจัยจะสังเกตพฤติกรรมต่างๆจากคีเวิร์ด เช่น ฉันกำลังมองหาหนังสือเรียน ฉันกำลังสรุปจากสารานุกรมวิทยาศาสตร์ ฉันกำลังศึกษาจากพจนานุกรม เป็นต้น ซึ่งผลจากการทดลองพบว่าหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้หรือแนะนำจากผู้สอน นักเรียนสามารถค้นหาข้อมูลจากแหล่งที่หลากหลายและน่าเชื่อถือได้มากกว่าก่อนที่จะได้รับการเรียนรู้

กิจกรรมที่จัดขึ้นในขั้นตอนที่ 2 เป็นขั้นการสร้างความรู้พื้นฐาน ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการถึงข้อมูลของนักเรียนยังไม่ถูกต้อง นักเรียนแทบไม่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อทำใบงาน นักเรียนทำเพียงเปิดดูรายละเอียดจากวิดีโอที่ได้ดูไปก่อนหน้า พอรายละเอียดบางอย่างไม่มีในวิดีโอก็เดินมาถามผู้สอน จึงได้มีการแนะนำให้ลองไปค้นหาเพิ่มเติมจากหนังสือหลังห้องและการค้นคว้าทางอินเตอร์เน็ต เมื่อได้รับคำแนะนำนักเรียนก็มีความกระตือรือร้นการศึกษาค้นคว้ามากขึ้น อีกทั้งมีการแลกเปลี่ยนความรู้จากแหล่งที่ตนเองหาเจอให้กับเพื่อนด้วย หลังจากนั้นวงจรปฏิบัติการที่ 2 3 และ 4 นักเรียนมีการค้นคว้าในการทำกิจกรรมต่างๆมากขึ้น โดยวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนบางคนมีการค้นคว้าเพิ่มเติมโดยที่ผู้วิจัยไม่ได้แนะนำ และวงจรปฏิบัติการที่ 3 กับ 4 นักเรียนมีการค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อมาใช้ในการอภิปรายบทความในขั้นตอนที่ 1 และมีค้นคว้าเพื่อมาจัดทำผลงานในขั้นตอนที่ 4 ผู้วิจัยสังเกตได้จากข้อมูลในการทำกิจกรรมนั้นมีนอกเหนือจากที่สอนไป และบางครั้งมีการนำเอาแหล่งข้อมูลเหล่านั้นมาสอบถามถึงความถูกต้องของเนื้อหาด้วย แต่นักเรียนมักไม่เขียนอ้างอิงหลังจากที่นำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ แต่ข้อมูลส่วนใหญ่มาจากการค้นคว้าเพิ่มเติมในอินเตอร์เน็ต เนื่องจากการเรียนในช่วงหลังมักเกิดขึ้นที่บ้านมากว่าโรงเรียน ตามความคิดของ Walraven, Brand-Gruwel, and Boshuizen (2009) ที่กล่าวว่า ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ส่วนใหญ่มักเชื่อถือไม่ได้และไม่ครบถ้วน เนื่องจากใครก็ตามสามารถให้ข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตได้ ดังนั้นนักเรียนควรประเมินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลก่อนนำข้อมูลไปใช้ แต่ในแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์นั้นนักเรียนส่วนใหญ่สามารถค้นหาข้อมูลจากหลากหลายแหล่งได้ แต่บางแหล่งยังขาดความน่าเชื่อถือของข้อมูล คือเป็นแหล่งข้อมูลที่สามารถเข้าไปปรับแก้ไขของมูลได้ และบางคนสามารถทำการสรุปความรู้จากแหล่งต่างๆตอบคำถามได้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ ธนากร (2564) พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายส่วนใหญ่มักขาดการประเมินข้อมูลและไม่มีเกณฑ์ในการเลือกใช้ แหล่งข้อมูลที่แน่นอน ทำให้การสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตไม่มีประสิทธิภาพ

2.2. ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เรื่อง การทำงานของเซลล์ ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนให้ความสำคัญกับการอ่านบทความทางวิทยาศาสตร์ และสามารถจับใจความสำคัญจากการอ่านได้เรื่องราวที่อ่านนั้นเล่าถึงอะไร และต้องการสื่อถึงอะไรกับตัวเรา จากนั้นนักเรียนก็มาอภิปรายร่วมกันถึงประเด็นต่างๆที่ได้อ่านไป สอดคล้องกับสุนันทา มั่นเศรษฐวิทย์ (2557) ได้กล่าวไว้ว่าการอ่าน คือ การรับรู้สารทางสายตา เพื่อตีความ

ตัวอักษร หรือสัญลักษณ์ต่างๆ ผ่านกระบวนการทางความคิด จุดมุ่งหมายในการอ่านเพื่อสรุปแนวคิด การอ่านเพื่อตอบคำถามและอ่านเพื่อพัฒนาความคิดทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น มีความเฉลียวฉลาด อาศัยความรู้และแนวคิดจากการอ่านไปสนทนา โต้ตอบกับผู้อื่นได้

กิจกรรมที่สอดคล้องกับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านบทความทางวิทยาศาสตร์จัดขึ้นในขั้นตอนที่ 1 เป็นขั้นเตรียมสมอง ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนอ่านบทความที่เป็นเรื่องราวใกล้ตัวหรือเรื่องราวที่อาจเกิดขึ้นรอบตัว จากนั้นให้ตอบคำถามในประเด็นต่างๆที่ผู้วิจัยได้กำหนดหัวข้อไว้ ซึ่งนักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ ก่อนจะมาอภิปรายร่วมกัน ซึ่งหลังจากดำเนินกิจกรรมดังกล่าว พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนไม่กระตือรือร้นในการอภิปรายหลังจากอ่านบทความ ทำให้ผู้วิจัยไม่สามารถวิเคราะห์ได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจหรือสามารถจับใจความจากประเด็นที่อ่านได้หรือไม่ ต่อมาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 3 และ 4 ผู้วิจัยให้นักเรียนตอบคำถามในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับบทความที่อ่านในกระดานแสดงความคิดเห็นออนไลน์ จากนั้นมาอภิปรายร่วมกันอีกครั้ง พบว่านักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นและสามารถสร้างสมมติฐานจากการอ่านได้ทุกคน ซึ่งประเด็นที่นักเรียนตอบคำถามนั้นมีทั้งการตอบจากบทความ และการสืบค้นเพิ่มเติม บางบทความนักเรียนตอบคำถามคลาดเคลื่อนไปจากเนื้อหาที่เรากำลังเรียนรู้ แต่นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอภิปรายและเชื่อมโยงบทความกับมโนทัศน์ที่กำลังจะเรียนรู้ได้ ส่วนในแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอ่านและจับใจความของการอ่านได้ วัดจากการตอบคำถามถึงประเด็นในเนื้อหาบทความที่ผู้วิจัยได้ให้ไป สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธันย์ชนก ผินอินทร์ (2564) ที่ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่าทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนอ่านจับใจความสำคัญไม่ครบถ้วน ทำให้ไม่สามารถนำเสนอและตอบคำถามในใบกิจกรรมได้อย่างครบถ้วนได้ และเมื่อเข้าสู่วงจรปฏิบัติการที่ 2 3 และ 4 ตามลำดับ นักเรียนมีการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่านมากขึ้น คือ นักเรียนอ่านจับ ใจความสำคัญได้ครบถ้วนและสามารถตอบคำถาม และนำเสนอได้ครบถ้วนและถูกต้อง มีการ นำเสนอข้อมูลจากการอ่านและตอบคำถามได้ดีขึ้นตามลำดับ

2.3. ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการฟังและการสังเกต

การจัดการเรียนรู้แบบประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เรื่อง การทำงานของเซลล์ ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้สร้างมโนทัศน์เบื้องต้นหรือเห็นภาพรวมของเนื้อหา

ที่จะเรียนรู้ผ่านทางวิดีโอ จากนั้นให้นักเรียนทำการจดบันทึกลงสมุดตามความเข้าใจของผู้เรียนเอง หรือบางครั้งจะตั้งคำถามให้นักเรียนจับประเด็นจากการฟังแล้วก็ตอบ หากนักเรียนสามารถสรุปใจความสำคัญหรือตอบได้ตรงประเด็น แสดงนักเรียนเกิดความเข้าใจจากการฟัง ดังที่ สนิท ตั้งทวี (2529) ได้กล่าวถึงการฟังสรุปได้ว่า การฟังเป็นทักษะทางภาษาที่สำคัญมากต่อการติดต่อสื่อสาร เป็นส่วนสำคัญที่ส่งผลต่อการคิดและการพูด การฟังช่วยให้เกิดความรู้ และ ความรอบรู้ ในการฝึกทักษะการฟังมีหลายแบบเพื่อนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น ฟังเพื่อความเข้าใจ ความหมายของคำ ข้อความ ฟังเพื่อพินิจสาร วิเคราะห์สาระสำคัญและสารซ่อน เป็นต้น

กิจกรรมที่จัดขึ้นในขั้นตอนที่ 2 เป็นขั้นการสร้างความรู้พื้นฐาน ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนดูวีดิโอเพื่อมสร้างมโนทัศน์เบื้องต้นของความรู้ เพื่อทำกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการ พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการฟังและการสังเกตของนักเรียนยังไม่ดีพอ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถจับประเด็นหรือจับใจความจากการฟังและสังเกตจากการดูวิดีโอได้เลย สังเกตจากที่ให้ผู้สอนหยุดวิดีโอบ่อยครั้งเพื่อทำการจดตามคำบรรยายที่แสดงบนวิดีโอ ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 อยู่ในสภาวะต้องปิดโรงเรียนกะทันหัน ทำให้ผู้สอนปรับกระบวนการโดยการส่งวีดิโอให้นักเรียนดูล่วงหน้าก่อนที่จะพบกันในห้องเรียนออนไลน์ ครั้งนี้จะเน้นในกระบวนการถาม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามได้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนเริ่มจับประเด็นหลังจากการดูวิดีโอได้ ต่อมาวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้สอนได้ตั้งคำถามเปิดประเด็นไว้ก่อนที่จะเปิดวิดีโอ พบว่าหลังจากดูวิดีโอจบลงและถามคำถามซ้ำอีกครั้ง นักเรียนสามารถตอบคำถามได้อย่างฉะฉาน อาจไม่มีความมั่นใจในบางช่วงแต่พอมีการปรึกษาระหว่างกันก็สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง อีกทั้งสามารถจดสรุปประเด็นที่สำคัญลงในสมุดได้ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของศศิ เทพ ปิติพรเทพิน (2558) ได้กล่าวว่า การฟังทางวิทยาศาสตร์จาเป็นต้องอาศัยการคิดวิจารณญาณและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้สามารถเลือกรับและเข้าใจสารทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ผู้ฟังสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ฟังไปสู่การคิดในระดับที่สูง ก่อให้เกิดมนุษยสัมพันธ์กับผู้อื่น ส่วนวงจรปฏิบัติการที่ 4 นั้น นักเรียนเกิดความไม่เข้าใจและไม่สามารถจับประเด็นของเนื้อหาได้จากการดูวิดีโอ อาจเป็นเพราะวิดีโอที่ผู้วิจัยเตรียมมามีเนื้อหาที่ค่อนข้างยากและค่อนข้างมีรายละเอียดจำนวนมากเกินไป สอดคล้องกับคำกล่าวของ นริศรา คงทอง (2558) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ข้อบกพร่องในการฟังนั้น หากเรื่องที่ฟังเป็นเรื่องที่ยากเกินกว่าจะเข้าใจ การฟังเรื่องที่ยากซึ่งเป็นความรู้ทางด้านวิชาการเป็นส่วนใหญ่ อาจทำให้การฟังอาจเกิดปัญหาในด้านการแปลเรื่อง คำศัพท์ หรือทฤษฎีต่างๆที่ซับซ้อน ผู้วิจัยจึงปรับรูปแบบเป็นการบรรยายพร้อมรูปภาพ โดยให้นักเรียนทำการจดบันทึกสรุปตามความเข้าใจทีละขั้นตอน ส่วนในแบบวัดทักษะการสื่อสารทาง

วิทยาศาสตร์ นักเรียนได้ดูวิดีโอข่าว และทำการสรุปประเด็นจากการฟังในเรื่องของเหตุการณ์เกิดอะไรขึ้น เกิดที่ไหน สาเหตุจากอะไร และจะแก้ไขได้อย่างไร ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถจับประเด็นจากการฟังและตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาในเรื่องทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทางด้านการฟังและการสังเกต สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปาริชาติ ราษแก้ว (2554) พบว่าหลังจากนักเรียนผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบเอส ซี เอส นักเรียนตั้งใจฟังครูมากขึ้น ไม่มีการคุยกันขณะที่ครูสอน ทำให้สามารถจับประเด็นคำถามที่ครูถามได้ และสามารถพูดแสดงความคิดเห็นโดยให้เหตุผลได้อย่างถูกต้อง เพราะเป็นการฟังอย่างเข้าใจ

2.4. ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เรื่อง การทำงานของเซลล์ ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ตามเนื้อหาที่กำลังเรียนรู้ ซึ่งเป็นการปฏิบัติกิจกรรมแบบกลุ่ม จากนั้นให้ออกแบบและเขียนรายงานบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ให้สมบูรณ์ ซึ่งทักษะการเขียนเป็นทักษะที่มีความสำคัญอีกหนึ่งทักษะสำหรับการสื่อสาร นักเรียนควรที่จะเขียนรายงานบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและควรตรวจสอบข้อมูลในตารางหรือในผลการทดลองให้มีความชัดเจน สอดคล้องกับ Matthews and Matthers (2014) ที่กล่าวว่า การตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาในงานเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนตีพิมพ์เป็นสิ่งสำคัญ ผู้เขียนควรอ่านบทความด้วยความละเอียดถี่ถ้วน อ่านแต่ละประโยคอย่างช้า ๆ และตรวจสอบทีละคำ เพื่อตรวจหาข้อผิดพลาดหรือการสะกดคำผิด โดยเฉพาะตัวเลขในตาราง หากตรวจสอบบทความเพียงคนเดียวอาจเป็นไปได้ที่ยังพบข้อผิดพลาด ดังนั้นควรนำบทความไปให้คนอื่นช่วยอ่านและตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งโดนส่วนใหญ่ข้อผิดพลาดที่พบหลังการตรวจสอบอาจเป็น แบบอักษร ลำดับของคำ เครื่องหมายวรรคตอน และตัวเลข เป็นต้น

กิจกรรมที่จัดขึ้นในขั้นตอนที่ 3 เป็นขั้นปฏิบัติการกลุ่ม ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองตามเนื้อหาในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และหลังจากการทดลองให้นักเรียนเขียนรายงานปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมากลุ่มล่ะ 1 ชุด พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ระหว่างการทดลองผู้วิจัยสังเกตว่านักเรียนไม่มีทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์เลย จากพฤติกรรมหลังจากการผู้วิจัยอธิบายขั้นตอนต่างๆให้ฟัง นักเรียนปฏิบัติการทดลองอย่างขาดความชำนาญ และเมื่อสังเกตการณ์บันทึกผลขณะทำการทดลองนั้น นักเรียนมีข้อผิดพลาดในการใช้ภาษาและคำศัพท์ อีกทั้งไม่สามารถเขียนสรุปผลในรูปแบบที่ถูกต้องได้ ต่อมาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 จาก

สถานการณ์ที่โรงเรียนงดการเรียนการสอนชั่วคราว ทำให้นักเรียนต้องทำการทดลองที่บ้านของตนเอง ซึ่งทำให้ผู้วิจัยเห็นการสื่อสารและการวางแผนในการทำงานอย่างชัดเจน นักเรียนสามารถออกแบบตารางบันทึกผลได้ แต่ตารางมีข้อผิดพลาดเล็กน้อยในเรื่องของการบันทึกการทดลองซ้ำและการหาค่าเฉลี่ย ผู้วิจัยจึงมีการตรวจสอบและให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกลับไปแก้ไข ทำให้รายงานปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มีความสมบูรณ์และถูกต้องมากขึ้น ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และ 4 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้องและมีรายละเอียดของการสรุปผลการทดลองที่ชัดเจน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธันน์ชนก ผินอินทร์ (2564) ที่ได้กล่าวถึงพัฒนาการของนักเรียนในเรื่องการเขียน คือนักเรียนสามารถเขียนสรุปได้ถูกต้องตรงประเด็น และครอบคลุมเนื้อหามากขึ้น การเรียบเรียงประโยคง่ายต่อการเข้าใจและมีการใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องตามลำดับ และในแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เมื่อประเมินด้านการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์นักเรียนทำได้อยู่ในระดับดี แต่มีบางคนที่เกิดข้อผิดพลาดในเรื่องของการแปลงข้อมูลจากตารางมาเป็นกราฟ และการเขียนสรุปผลการทดลองที่ไม่ค่อยชัดเจน อาจเกิดจากกระบวนการเรียนรู้ที่ส่วนใหญ่จะบันทึกผลในรูปแบบตาราง ทำให้นักเรียนเกิดความสับสนในเรื่องของแปลข้อมูล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ญาสุมิน วรกิจจานนท์ (2563) ที่กล่าวในผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานตามรูปแบบของ Windschitl et al. (2008) สามารถช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเพิ่มขึ้นในแต่ละครั้งที่ประเมิน โดยที่องค์ประกอบด้านเนื้อหาของนักเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยมทุกครั้ง แต่ด้านของภาษาและบริบทการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันไม่ได้รับการฝึกฝนอย่างเพียงพอจึงมีระดับการพัฒนาการอยู่ในระดับดี

2.5. ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการสร้างตัวแทนภาพ

การจัดการเรียนรู้แบบประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เรื่อง การทำงานของเซลล์ ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ขึ้นมาในลักษณะของสัญศาสตร์หรือตัวแทนภาพ เพื่อสื่อถึงความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนรู้ เช่น อาณาจักรเซลล์ ภาพเคลื่อนไหวการลำเลียงสาร โมเดลการแบ่งเซลล์ และนิทานภาพการหายใจระดับเซลล์ ดังเช่นที่ Shaughnessy and Stadler (2002) ได้ให้ความหมาย“สัญศาสตร์” หรือ “สัญวิทยา” มาจากคำว่า Semiotics และ Semiology ทั้งสองคำนี้มาจากรากศัพท์ภาษากรีกคำเดียวกัน คือ Semeion ที่แปลว่า Sign หรือ สัญญะ โดยทั่วไป มีความหมายถึง สิ่งที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้มีความหมาย (Meaning) แทนของจริง

(Object) ในตัวบท (Text) และในตัวบริบท (Context) หนึ่งๆสิ่งที่นำมาใช้เป็นสัญญะนั้น อาจจะเป็นวัตถุสิ่งของหรืออาจเป็นรูปภาพ

กิจกรรมที่จัดขึ้นในขั้นตอนที่ 4 เป็นขั้นการสร้างผลงาน ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มและสร้างผลงานตามแบบและหัวข้อที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ให้ โดยเชื่อมโยงผลงานกับเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการพบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการสร้างตัวแทนภาพยังคงมีความคลาดเคลื่อนของเนื้อหาอยู่บ้าง ซึ่งนักเรียนสร้างอาณาจักรเซลล์สัตว์ แต่มีออร์กาแนลคลอโรฟิลล์อยู่ภายใน หรือการสื่อความหมายของแต่ละออร์กาแนลยังมีความไม่ชัดเจน ส่งผลให้ผู้ฟังเกิดการรับสารที่ผิดพลาด ผู้วิจัยต้องแก้ไขทันทีที่นำเสนอส่วน วงจรปฏิบัติการที่ 2 3 และ 4 นักเรียนส่วนน้อยยังคงสร้างผลงานที่เนื้อหามีความคลาดเคลื่อน เช่น การลำเลียงสารแบบแอคทีฟทรานสปอร์ต จำนวนโครโมโซมในการแบ่งเซลล์ เป็นต้น บางกลุ่มมีการสร้างผลงานที่ไม่ตรงตามสัญศาสตร์ที่กำหนด แทนที่จะได้สิ่งที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้มีความหมาย แทนของจริง ในตัวบทในตัวบริบทของมัน กลับได้หนังสือเล่มเล็กที่แต่ตัวบทที่ไม่ได้เชื่อมโยงหรือสอดคล้องกับบริบท แต่ในแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในข้อการประเมินทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการสร้างตัวแทนภาพนั้น นักเรียนสามารถใช้ภาพสื่อความหมายได้ชัดเจน แต่รายละเอียดเชิงลึกของเนื้อหายังคงขาดความชัดเจน จากผลแสดงให้เห็นว่าการสร้างตัวแทนภาพสามารถวัดความเข้าใจและการสื่อสารของนักเรียนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sara Anjos et al. (2019) ที่ชี้ให้เห็นว่าภาพมีความสำคัญในการสื่อสารของวิทยาศาสตร์และเพื่อส่งเสริมการรู้หนังสือทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการอนุมานการเปลี่ยนแปลงในการรับรู้ของปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถใช้ภาพวาดของเด็กได้เป็นข้อมูลการวิจัยที่ช่วยให้มีการวิเคราะห์ที่สมบูรณ์ พวกเขาบูรณาการทางกายภาพสังคมและด้านวัฒนธรรมของสิ่งแวดล้อมที่เด็กถูกแทรก ในการวาดภาพเด็กถ่ายทอดความหมายสู่ความเป็นจริงและตีความความคิดสร้างสรรค์

2.6. ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำเสนอความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม เรื่อง การทำงานของเซลล์ ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนนำผลงานของกลุ่มตนเองมานำเสนอหน้าชั้น หรือผ่านทางวิดีโอ เพื่อพัฒนาและฝึกฝนทักษะทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำเสนอความรู้ โดยที่ผู้เรียนสามารถสื่อสารตามความเข้าใจของตนเองได้อย่างถูกต้อง มีการใช้ภาษาและออกเสียงคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ชัดเจน ไม่ผิดเพี้ยน อีกทั้งสามารถสื่อสารให้ผู้ฟังเข้าใจได้ และหลังจากการนำเสนอ

จะมีการรับฟังคำติชมและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากกลุ่มเพื่อน ดังนี้ เสาวลักษณ์ รัตนวิชช์ (2531) ที่กล่าวไว้ว่า กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนมีโอกาสได้ใช้ภาษาในการพูดคุย ปรึกษาหารือกันอย่างสนุกสนานในการทำงาน ตลอดจนการอภิปรายรายงานที่ได้รับมอบหมาย มี ปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อนในการทำกิจกรรม และเมื่อนักเรียนสามารถใช้ภาษาที่ตนต้องการในการ สื่อสารในห้องเรียนเป็นผลสำเร็จจะทำให้นักเรียนสามารถจำภาษาที่ใช้ได้ถูกต้องด้วยความแม่นยำ

กิจกรรมที่จัดขึ้นในขั้นตอนที่ 5 เป็นขั้นการนำเสนองาน ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนนำเสนอผลงานของกลุ่มตนเองหน้าชั้น หรือผ่านทางวิดีโอ ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ของวงจรปฏิบัติการนั้นๆ ซึ่งหลังจากการนำเสนองานจะมีการติชม และเขียนข้อเสนอแนะจากกลุ่มเพื่อน พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำเสนอความรู้ของนักเรียนยังไม่ดีพอ นักเรียนบางคนมีการออกเสียงคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ผิด และมีบางกลุ่มมีการนำเสนอข้อมูลของมโนทัศน์ความรู้คลาดเคลื่อน ต่อมาใน วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการในการนำเสนอมากขึ้น สามารถนำเสนองานจากความเข้าใจ ออกเสียงคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง และมีการยกตัวอย่างเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ส่วนวงจรปฏิบัติการที่ 3 และ 4 เกิดความผิดพลาดในการสื่อสารระหว่างผู้วิจัยและนักเรียน ทำให้นักเรียนบางกลุ่มนำเสนอเนื้อหาผ่านวิดีโอไม่ครบถ้วน แต่เนื้อหาที่นำเสนอออกมาและคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์มีความถูกต้อง ส่วนแบบวัดการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสื่อสารถึงเนื้อหาได้อย่างชัดเจน ค่อนข้างถูกต้องครบถ้วน แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ตีความของคำถามผิด ทำให้คำตอบมีความคลาดเคลื่อนสูง หรือคำตอบผิดประเด็นจากคำถาม เช่นเดียวกับงานวิจัยของ ธนากร อรรจนาวัฒน์. (2564) ที่นักเรียนมีการนำเสนองานในด้านภาษาอยู่ในระดับดี แต่นักเรียนบางคนละเลย หรือไม่ให้ความสำคัญกับความถูกต้องของเนื้อหาและความน่าเชื่อถือของข้อมูล แต่ให้ความสำคัญกับองค์ประกอบอื่นมากกว่าเนื้อหา

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และวิจัยต่อไปดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 คลิปวิดีโอและบทความที่จะนำมาประกอบในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ควรมีเรื่องราวที่เข้าใจง่าย มีเนื้อหาที่ถูกต้อง สอดคล้องและคลอบคลุมกับเนื้อหาที่จะให้นักเรียนศึกษา อีกทั้งควรมีสีสันหรือเรื่องที่ดึงดูดและน่าสนใจ เพื่อกระตุ้นความต้องการเรียนรู้ของผู้เรียนได้

1.2 ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มและขั้นการสร้างผลงานเป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนดำเนินงานเป็นกลุ่ม ซึ่งนักเรียนต้องมีการศึกษาและเรียนรู้ร่วมกัน ผู้สอนจึงควรดูแลการปฏิบัติกิจกรรมทั้ง 2 ส่วนอย่างใกล้ชิด เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานและเนื้อหาที่นักเรียนใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรนำการจัดการเรียนรู้แบบประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึม ไปใช้กับหน่วยการเรียนรู้อื่นๆบ้าง เช่น กายวิภาคของพืช เพราะเป็นหน่วยที่มีเนื้อหาค่อนข้างมาก และรายละเอียดของเนื้อหามีความเกี่ยวข้องกับวาดรูปโครงสร้างภาพในหรือกระบวนที่เกิดขึ้นภายในพืชเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งหากสามารถสร้างออกมาเป็นสัญศาสตร์ในรูปแบบต่างๆ จะส่งเสริมความเข้าใจให้กับผู้เรียนมากขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียน.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

จุมพล เหมะคีรินทร์ (ผู้บรรยาย). (3 เมษายน 2557). *ก่อนจะมาเป็นหนังสือ ความเชื่อกับวิทยาศาสตร์.* ปทุมธานี: อาคารศูนย์ประชุมอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย.

จุฬาวิทยานุกรม. (2554). *การสื่อสาร (Communication).* สืบค้น 10 เมษายน 2563, จาก http://www.chulapedia.chula.ac.th/index.php?title=%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AA%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%A3_(Communication)

เจณริฌา จงมี. (2559). *การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์.* สืบค้น 10 เมษายน 2563, จาก http://il258jenricha.blogspot.com/.

เถกิง พัฒโนภาษ. (2551). สัญศาสตร์ กับ ภาพแทนความ. *วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,* 51(1), 35-50.

ทิฎ์ภัทรา สุดแก้ว. (2554). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสร้างองค์ความรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ผ่านเครือข่ายทางสังคมออนไลน์ เรื่องภูมิปัญญาท้องถิ่น.มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์.* (วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ทิศนา แขมมณี. (2546). *14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ.* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์

ทิศนา แขมมณี. (2551). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.* กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ธนากร อรรจนาวัฒน์. (2564). *การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธันย์ชนก ผินอินทร์. (2564).*การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.* (การค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร

นริศรา คงทอง. (2558). *ข้อบกพร่องในการฟัง.* สืบค้น 18 เมษายน 2565, จาก https://sites.google.com/a/tunu.ac.th/krunarissara/khx-bkphrxng-ni-kar-fang

นพดล ศิลปะชัย. (2560). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทำงานกลุ่ม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.*(วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

ปฐมสุดา อินทุประภา. (2562). *การสื่อสารวิทยาศาสตร์ (Science Communication).* สืบค้น 13 เมษายน 2563.จาก https://oer.learn.in.th/search_detail/result/140358

ปาริชาติ ราษแก้ว. (2554). *ผลการจัดการเรียรู้แบบ เอส ซี เอส ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. .* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปรวรรณ ดวงรัตน์. สัญศาสตร์และความหมายที่แปรเปลี่ยน Semiotics and The Changes of Meanings. *SUTHIPARITHAT*, 28(88), 1-14.

ประวิต เอราวรรณ์. (2560). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem–based Learning : PBL).* สืบค้น 9 พฤษภาคม 2565, จาก http://www.ires.or.th/?p=801#:~:text=%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%88%E0%B8%B1%E0%B8%94%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%99%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B9%82%E0%B8%94%E0%B8%A2%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B8%9B%E0%B8%B1%E0%B8%8D%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B9%80%E0%B8%9B%E0%B9%87%E0%B8%99%E0%B8%90%E0%B8%B2%E0%B8%99%20%E0%B8%AB%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B8%AD,%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B9%88%E0%B8%87%E0%B9%80%E0%B8%9B%E0%B9%87%E0%B8%99%202%20%E0%B8%A5%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B8%A9%E0%B8%93%E0%B8%B0%20%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD.

ผู้จัดการออนไลน์. (2552). *"สื่อสารวิทย์ ง่ายนิดเดียว!" เสียงเล่าอ้างจากน้องๆ ชาวค่ายนักสื่อสารวิทยาศาสตร์.* สืบค้น 20 เมษายน 2563, จาก https://mgronline.com/science/detail/9520000100833

พัชรี โพชนา. (2561). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

ไพศาล หวังพานิช. (2526). *การวัดผลการศึกษา.* กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

รอบรั้วการศึกษา. (21 มีนาคม 2561). คณะวิทย์ ม.อ. ดึงสุดยอดแฟนพันธุ์แท้นักวิทย์โลก ถ่ายทอดทักษะสื่อสารวิทยาศาสตร์.*กิมหยงนิวส์.* สืบค้น 10 เมษายน 2563, จาก https://news.gimyong.com/article/7353

วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง (ผู้บรรยาย). (25 มีนาคม 2558). *“Education for the Future ปรับห้องเรียนเปลี่ยนอนาคต” ฝ่าทางตันวิกฤติการศึกษาไทย ชูทางออกอนาคตการศึกษาศตวรรษที่ 21.* ปทุมธานี: คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

วนิช บรรจง. (2518). *วิชาการศึกษาจิตวิทยาการศึกษา.* กรุงเทพฯ : วิทยาลัยครูนครปฐม

วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2541). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.* กรุงเทพฯ : เลิฟแอนด์ลิพเพลส จำกัด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). *รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง วิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.* สืบค้น 10 เมษายน 2563, จาก http://biology.ipst.ac.th/?p=688

สำนักบริหารงานการมัธยมตอนปลาย สพฐ. (2559). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21.* สืบค้น 9 พฤษภาคม 2565, จาก https://webs.rmutl.ac.th/assets/upload/files/2016/09/20160908101755_51855.pdf

สุคนธ์ สินธพานนท์,ฟองจันทร์ สุขยิ่ง,จินตนา วีรเกียรติสุนทร,พิวัสสา นภารัตน์. (2554). *วิธีสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษา เพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน.* กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2542). ทฤษฎีสรรคนิยม (Constuctivism) ในสารานุกรมศึกษาศาสตร์ มหาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. *วารสารพัฒนาผู้บริหารการศึกษา,* 22(4), 11-15.

สุมาลี ชัยเจริญ. (2545). *ทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์.* ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.(เอกสารอัดสำเนา).

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2541). *จิตวิทยาการศึกษา.* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิมล วองวานิช. (2546). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน.* (พิมพครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย.

ศิโรรัตน์ เตชะแก้ว. (2560). *การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางเพื่อพัฒนาทักษะการ สื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาท ระบบโครงร่างและ การเคลื่อนไหว ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ศุจิกา จาตุรนต์พงศา. (2557). *ผลการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัญศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อนุชา โสมาบุตร. (2561). *ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory).* สืบค้น 13 เมษายน 2563, จาก http://www.finding.co.th/it-solutions/human-resources-hr/14-it-solutions/human-resources-hr/85-constructivist-theory.html

Anjos, S., Aibéo, A., & Carvalho, A. (2019). Observing and drawing the Sun: research-based insights to assess science communication practices aimed at children. *Journal of Science Communication,* 18(04), 1-19. DOI: https://doi.org/10.22323/2.18040203

Dawson, E. (2018). Reimagining publics and (non) participation: Exploring exclusion from science communication through the experiences of low-income, minority ethnic groups. *SAGE Journal,* 27(7), 772-786. Retrieved from https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0963662517750072

Duffy, T.M., & Jonassen, D.H. (1992). *Constructivism and the Technology of Instruction.* Oxfordshire: Routledge

Jensen, E. (2008). *Brain-based learning : the new paradigm of teaching* (2nd ed.). California: Corwin Press.

Marshall, J. C., & Hales, L. W. (1971). *Classroom Test Construction.* Massachusetts: Addison - Wesley.

Martin, A. R., & Ringham, G. L. (2006). *Key Terms in Semiotics*. New York: Great Britain

Mercer-Mapstone, L. (2015). Teaching Scientists to Communicate: Evidence-based assessment for undergraduate science education. *International Journal of Science Education*, 37(10), 1-26. DOI:10.1080/09500693.2015.1045959

Scherz, Z., & Spektor-Levy, O. (2008). *Learning Skills for Post-16 Sciences Introduction.* London: Jo Oladejo (Nuffield Curriculum Centre).

Sharo, A., Maran, T., & Tonnessen, M. (2015). Towards Synthesis of Biology and Semiotics. *SpringerLink,* 8(1), 1-7. Retrieved from https://link.springer.com/article/10.1007/s12304-015-9239-y

Spektor-Levy, O., Eylon, B.S., & Scherz, Z. (2009). Teaching scientific communication skills in science studies: Does it make a difference?. *International Journal of Science and Mathematics Education,* 7(5), 875-903. DOI:10.1007/s10763-009-9150-6

Treasure, J. (2014). *TED Talks 5 ways to listen better.* Retrieved 10 April 2020, from https://www.ted.com/talks/julian_treasure_5_ways_to_listen_better?language=th

Treise, D., & Weigold, M. (2002). Advancing Science Communication: A Survey of Science Communicators. *SAGE Journal,* 23(3), 310-322. Retrieved from https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/107554700202300306

Von Glasersfeld, E. (1989). Constructivism in Education. *The International Encyclopedia of Education,* 89(1), 162-163. *Retrieved from http://www.vonglasersfeld.com/114*

Yakin, H. S. M., & Totu, A. (2014). The semiotic perspectives of Peirce and Saussure: A brief comparative study. *Social and Behavioral Sciences*, 155(1): 4-8. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814057139

.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินเครื่องมือวิจัย

1. ชื่อ-สกุล ดร.กฤชฐา พลตรี
ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียน ระดับ ชำนาญการพิเศษ .
สถานที่ทำงาน โรงเรียนมนตรีวิทยา

2. ชื่อ-สกุล ผศ.ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ .
สถานที่ทำงาน ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3. ชื่อ-สกุล นางสาวณัฏยา สุริยนต์
ตำแหน่ง ครู ระดับ ชำนาญการพิเศษ .
สถานที่ทำงาน โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม

ภาคผวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัย

ตาราง 14 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้การประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิส เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของเซลล์ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการ	ระดับความเหมาะสมของแผนฯ โดยผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย	S.D.
	1	2	3		
1	4	4	5	4.33	0.58
2	4	4	5	4.33	0.58
3	5	4	5	4.67	0.58
4	4	4	5	4.33	0.58
5	4	4	5	4.33	0.58
6	4	4	5	4.33	0.58
7	4	4	5	4.33	0.58
8	4	4	5	4.33	0.58
9	5	4	5	4.67	0.58
10	5	4	5	4.67	0.58
11	5	4	5	4.67	0.58
12	5	4	5	4.67	0.58
13	4	4	5	4.33	0.58
14	4	4	5	4.33	0.58
15	4	4	5	4.33	0.58
16	4	3	5	4.00	1.00
17	4	4	5	4.33	0.58
18	4	4	5	4.33	0.58
19	4	4	5	4.33	0.58
20	4	3	5	4.00	1.00

ตาราง 15 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้การประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิส เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการ	ระดับความเหมาะสมของแผนฯ โดยผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย	S.D.
	1	2	3		
1	4	4	5	4.33	0.58
2	5	4	5	4.67	0.58
3	5	4	5	4.67	0.58
4	4	4	5	4.33	0.58
5	4	4	5	4.33	0.58
6	4	4	5	4.33	0.58
7	4	4	5	4.33	0.58
8	5	4	5	4.67	0.58
9	5	4	5	4.67	0.58
10	5	4	5	4.67	0.58
11	5	4	5	4.67	0.58
12	4	4	5	4.33	0.58
13	4	4	5	4.33	0.58
14	4	4	5	4.33	0.58
15	4	4	5	4.33	0.58
16	4	3	5	4.00	1.00
17	4	4	5	4.33	0.58
18	4	4	5	4.33	0.58
19	4	4	5	4.33	0.58
20	4	3	5	4.00	1.00

ตาราง 16 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้การประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิส เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแบ่งเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการ	ระดับความเหมาะสมของแผนฯ โดยผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย	S.D.
	1	2	3		
1	4	4	5	4.33	0.58
2	5	4	5	4.67	0.58
3	5	4	5	4.67	0.58
4	4	4	5	4.33	0.58
5	4	4	5	4.33	0.58
6	4	4	5	4.33	0.58
7	5	4	5	4.67	0.58
8	5	4	5	4.67	0.58
9	5	4	5	4.67	0.58
10	5	4	5	4.67	0.58
11	5	4	5	4.67	0.58
12	4	4	5	4.33	0.58
13	4	4	5	4.33	0.58
14	4	4	5	4.33	0.58
15	4	4	5	4.33	0.58
16	4	3	5	4.00	1.00
17	5	4	5	4.67	0.58
18	4	4	5	4.33	0.58
19	3	4	5	4.00	1.00
20	4	3	5	4.00	1.00

ตาราง 17 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้การประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิส เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง หายใจระดับเซลล์ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการ	ระดับความเหมาะสมของแผนฯ โดยผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย	S.D.
	1	2	3		
1	4	4	5	4.33	0.58
2	5	4	5	4.67	0.58
3	5	4	5	4.67	0.58
4	4	4	5	4.33	0.58
5	4	4	5	4.33	0.58
6	4	4	5	4.33	0.58
7	4	4	5	4.33	0.58
8	4	4	5	4.33	0.58
9	5	4	5	4.67	0.58
10	4	4	5	4.33	0.58
11	4	4	5	4.33	0.58
12	4	4	5	4.33	0.58
13	4	4	5	4.33	0.58
14	4	4	5	4.33	0.58
15	4	4	5	4.33	0.58
16	4	3	5	4.00	1.00
17	4	4	5	4.33	0.58
18	4	4	5	4.33	0.58
19	3	4	5	4.00	1.00
20	4	3	5	4.00	1.00

ตาราง 18 ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนผลการประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของ

คอนสตรัคติวิส เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการ	ระดับความเหมาะสมของแผนฯ โดยผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย	S.D.
	1	2	3		
1	4	4	5	4.33	0.58
2	4	4	5	4.33	0.58
3	4	4	5	4.33	0.58
4	4	3	5	4.00	1.00
5	4	3	5	4.00	1.00

ภาคผนวก ค ผลการประเมินความสอดคล้องของเครื่องมือ

ตาราง 19 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการ	ระดับความเหมาะสมของแผนฯ โดยผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย	เกณฑ์
	1	2	3		
1	1	1	1	1	ผ่าน
2	1	1	1	1	ผ่าน
3	1	1	1	1	ผ่าน
4	0	1	1	0.67	ผ่าน
5	1	1	1	1	ผ่าน
6	1	1	1	1	ผ่าน
7	1	1	1	1	ผ่าน
8	1	1	1	1	ผ่าน
9	1	1	1	1	ผ่าน
10	1	1	1	1	ผ่าน
11	1	1	1	1	ผ่าน
12	1	1	1	1	ผ่าน
13	1	1	1	1	ผ่าน
14	1	1	1	1	ผ่าน

ภาคผนวก ง ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

เรื่อง โครงสร้างของเซลล์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาคเรียนที่ 1/2563 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายวิชา ชีววิทยา 1 รหัสวิชา ว 31241 เวลา 4 คาบ/ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

วันที่..... เดือน.....พ.ศ..... ครูผู้สอน นางสาวนรมน โปธา

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระชีววิทยา

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

ข้อที่ 11 อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

ข้อ 12 สืบค้นข้อมูล อธิบายและระบุชนิดและหน้าที่ของออร์แกเนลล์

ข้อ 13 อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของนิวเคลียส

3. สาระสำคัญ

เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างของเซลล์ประกอบด้วยส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ทำหน้าที่ให้สารผ่านเข้าออกเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียสมีโครงโมโซมที่มียีนเป็นตัวกำหนดลักษณะทางพันธุกรรมและถ่ายทอดไปยังรุ่นต่างๆได้ อีกทั้งภายในไซโทพลาสซึมก็ประกอบไปด้วยออร์กาแนลที่มีหน้าที่ต่างกัน ซึ่งเซลล์แต่ละเซลล์นั้นมีรูปร่างแตกต่างกัน ส่วนมากมีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จึงต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์ช่วยในการศึกษา โครงสร้างของเซลล์ที่

ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนจะเห็นรายละเอียดมากกว่าการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสง

4. สาระการเรียนรู้

- เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างพื้นฐานของเซลล์ประกอบด้วยส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส

- ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ที่พบในเซลล์ทุกชนิด คือ เยื่อหุ้มเซลล์ แต่ในแบคทีเรีย สาหร่าย ฟังไจ และพืช จะมีผนังเซลล์เป็นส่วนห่อหุ้มเซลล์เพิ่มเติมขึ้นมาอีกชั้นหนึ่ง

- โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยโมเลกุลของฟอสโฟลิพิดเรียงเป็นสองชั้น และมีโปรตีนแทรกหรืออยู่ที่ผิวทั้งสองด้านของฟอสโฟลิพิด

- ไซโทพลาซึมอยู่ภายในเยื่อหุ้มเซลล์ ประกอบด้วยไซโทซอลและออร์แกเนลล์

- นิวเคลียสเป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของเซลล์ยูคาริโอต ประกอบด้วยเยื่อหุ้ม ซึ่งภายในมี DNA RNA และโปรตีนบางชนิด

5. จุดประสงค์การเรียนรู้

(K) ด้านความรู้

- จดบันทึกสรุปความรู้และถาม/ตอบเรื่องความแตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้

- สรุปความรู้เรื่องออร์กาแนลภายในเซลล์ในลักษณะแผนภาพได้

- อ่านจับใจความและตอบคำถามเรื่อง “เซลล์ หน่วยที่เล็กที่สุดของชีวิต” ได้

- สืบค้น/ค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งที่น่าเชื่อถือเรื่องออร์กาแนลภายในเซลล์ได้อย่างถูกต้องและระบุเนื้อหาที่จะได้รับในการศึกษาครั้งนี้

(P) ด้านทักษะ

- ปฏิบัติและเขียนรายงานบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์พืชและเซลล์สัตว์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ได้

- แสดงและนำเสนอผลงานเรื่องออร์กาแนลภายในเซลล์ได้

(A) ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีการแสดงออกทางอารมณ์และความคิดภายในกลุ่มได้อย่างเหมาะสม

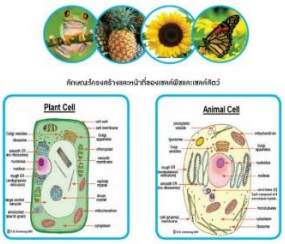
- มีส่วนร่วมในการอภิปรายภายในห้องเรียน และการกิจกรรมในห้องเรียน

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

1) ขั้นเตรียมสมอง (20 นาที)

- นักเรียนอ่านและจับใจความบทความเรื่อง “เซลล์ หน่วยที่เล็กที่สุดของชีวิต” จากนั้นมาอภิปรายร่วมกัน (จากบทความที่อ่านเซลล์มีความสำคัญอย่างไร ส่วนประกอบหลักในเซลล์มีอะไรบ้าง จากบทความเป็นเซลล์ของสัตว์ นักเรียนคิดว่าพืชมีการทำงานของเซลล์เหมือนกับเซลล์สัตว์ไหม ฯลฯ)

- จากนั้นเปิดภาพจำลองเซลล์ของสิ่งมีชีวิตให้กับนักเรียนดู จากนั้นให้นักเรียนร่วมอภิปรายความแตกต่างของ เซลล์พืชและเซลล์สัตว์



- นักเรียนและครูร่วมกันสร้างสมมติฐานถึงความน่าจะเป็นที่ในแต่ละเซลล์นั้นควรมีออร์กาแนลที่ทำหน้าที่อะไรได้บ้าง เพราะอะไร

- นักเรียนบอกจุดประสงค์และสิ่งที่จะได้รับจากการศึกษาเรื่องโครงสร้างของเซลล์

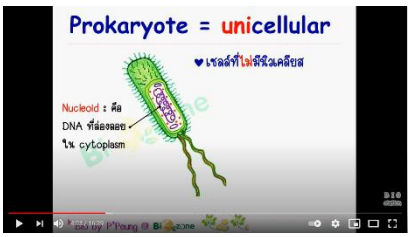
- รู้จักหน้าที่และการทำงานของออร์กาแนลในเซลล์

- แยกความแตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

2) ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน (30 นาที)

- นักเรียนศึกษาเรื่อง เซลล์พืชและเซลล์สัตว์ผ่านวีดิโอที่ครูผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ จดบันทึกสรุปรายละเอียดลงในสมุด (https://www.youtube.com/watch?v=iTPHJ2UgOx4&t=24s)

- นักเรียนศึกษาเรื่อง เซลล์โพรคาลิโอตและเซลล์ยูคาริโอตผ่านวีดิโอที่ครูผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ จดบันทึกสรุปรายละเอียดลงในสมุด (https://www.youtube.com/watch?v=P0MYp9muais) .



- โดยระหว่างเปิดคลิป ครูผู้สอนจะหยุดคลิปเป็นระยะๆและอธิบายเพิ่มเติมพร้อมกับให้นักเรียนซักถามเพื่อทบทวนความรู้ไปด้วย

- หลังจากดูวิโอจบลงนักเรียนศึกษาลักษณะและหน้าที่ของออร์กาแนลภายในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์เพิ่มเติมจากหนังสือหรือเว็บไซต์ต่างๆจากนั้นให้นักเรียนทำใบงาน เรื่อง หน้าที่ของโครงสร้างภายในเซลล์

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ม.4 เล่ม 1 (MAC) หน้า 89-105

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ม.4 เล่ม 1 (อจท.) หน้า 82-95

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ม.4 เล่ม 1 (เอมพันธ์) หน้า 85-110

- เว็บไซต์ http://www.trueplookpanya.com/data/product/media/hash_knowledge/1109/37109/DOCU3000037109.pdf

- เว็บไซต์ https://sites.google.com/site/krusuranee/klon

- เว็บไซต์ https://sites.google.com/site/cell941tu78/neuxha

- เว็บไซต์ https://www.phiman.ac.th/files/com_news_document/2020-09_bb08b829e54a7aa.pdf

- เว็บไซต์ http://www.elfit.ssru.ac.th/kittisak_ja/pluginfile.php/98/block_html/content/%E0%B9%80%E0%B8%8B%E0%B8%A5%E0%B8%A5%E0%B9%8C%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%AA%E0%B8%B4%E0%B9%88%E0%B8%87%E0%B8%A1%E0%B8%B5%E0%B8%8A%E0%B8%B5%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%95-2559.pdf

- เว็บไซต์ https://proj14.ipst.ac.th/m1/m1-sci-book1/sci-m1b1-004/

- เว็บไซต์ https://tuemaster.com/blog/%E0%B8%AA%E0%B8%A3%E0%B8%B8%E0%B8%9B%E0%B9%80%E0%B8%99%E0%B8%B7%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%AB%E0%B8%

B2%E0%B8%8A%E0%B8%B5%E0%B8%A7%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%97%E0%B8%A2%E0%B8%B2-%E0%B8%A1-4-%E0%B9%80/

- จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลด้วยตนเองจากคำถามว่า “ไวรัสมีเซลล์และเป็นสิ่งมีชีวิตไหม” หลังจากสืบค้นนักเรียนต้องอ้างอิงแหล่งสืบค้นลงตอนท้ายใบงานด้วย

3) ขั้นปฏิบัติการกลุ่ม (50 นาที)

- นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับสไลด์ถาวรของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ไปกลุ่มละ 2 สไลด์ จากนั้นให้นักเรียนนำไปส่องภาพผ่านกล้องจุลทรรศน์ วาดภาพที่เห็นลงในแบบบันทึกผล

- จากนั้นให้นักเรียนเตรียมสไลด์สด โดยใช้เซลล์กระพุงแก้ม และเซลล์จากต้นรากชู จากนั้นให้นักเรียนนำไปส่องภาพผ่านกล้องจุลทรรศน์ วาดภาพที่เห็นลงในแบบบันทึกผลเช่นเดียวกับข้างต้น

- บันทึกลงในรายงานบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 สไลด์พร้อมกับวาดรูปเปรียบเทียบกับภาพเซลล์จำลอง

- เขียนสรุปและอภิปรายผลการทดลองลงในรายงานบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

4) ขั้นสร้างผลงาน (80 นาที)

- นักเรียนร่วมกันออกแบบและวาดสัญลักษณ์ออร์กาแนลภายในเซลล์ลงในกระดาษ A4 โดยใช้หน้าที่ของแต่ละออร์กาแนลเป็นเกณฑ์ในการสร้างสัญลักษณ์ออร์กาแนล ซึ่งแต่ละกลุ่มเลือกออร์กาแนลมาภายในเซลล์มากลุ่มล่ะ 10 ออร์กาแนล

- จากนั้นให้แต่ละกลุ่มนำสัญลักษณ์ที่ออกแบบไว้แล้ว มาประกอบรวมกันคล้ายการสร้างอาณาจักรของชาติพันธุ์ เช่น บ้านกำนัน แทน นิวเคลียส เป็นต้น โดยดึงลักษณะเด่นด้านวัฒนธรรมขนมธรรมเนียม หรือความเชื่อของชนเผ่าให้มีความสอดคล้องกับสัญลักษณ์ออแกเนล พร้อมกับตั้งชื่อออร์กาแนลแต่ละออร์กาแนลเป็นภาษาถิ่น

5) ขั้นนำเสนอความรู้ (20 นาที)

- นักเรียนตัวแทนกลุ่มนำชิ้นงานมาแสดงหน้าชั้นเรียนทีละกลุ่ม

- จากนั้นให้เพื่อนกลุ่มอื่นลองทายสัญลักษณ์แต่ละตัวว่าน่าจะเป็นออร์กาแนลใดในเซลล์พร้อมให้เหตุผล

- นักเรียนเฉลยคำตอบพร้อมกับอธิบายความหมายของสัญลักษณ์แต่ละตัว
- ครูผู้สอนจะทำการวัดประเมินอิงการปฏิบัติ (Performance-based assessment)

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ม.4 เล่ม 1
- คลิปวีดิโอ https://www.youtube.com/watch?v=iTPHJ2UgOx4&t=24s และ https://www.youtube.com/watch?v=P0MYp9muais)
- กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง
- บทความเรื่อง เซลล์ หน่วยที่เล็กที่สุดของชีวิต

7.2 แหล่งการเรียนรู้

- ห้องสมุด
- ห้องเรียน
- บริเวณโรงเรียนและบ้านของนักเรียน

8. การวัดและประเมินผล

วิธีการวัด	**เครื่องมือวัด**	**เกณฑ์การประเมิน**
ด้านความรู้ (K) - จดบันทึกสรุปความรู้และถาม/ตอบเรื่องความแตกต่างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้ - สรุปความรู้เรื่องออร์กาแนลภายในเซลล์ในลักษณะแผนภาพได้ - อ่านจับใจความและตอบคำถามเรื่อง “เซลล์หน่วยที่เล็กที่สุดของชีวิต” ได้ - สืบค้น/ค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งที่น่าเชื่อถือเรื่องออร์กาแนลภายในเซลล์ได้อย่างถูกต้องและระบุเนื้อหาที่จะได้รับในการศึกษาครั้งนี้	ใบงาน รายงานบทปฏิบัติการเรื่องเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ แผนภาพสัญลักษณ์ออร์กาแนลของเซลล์	ผ่านเกณฑ์ 80%
ด้านทักษะ(P)		

วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
- ปฏิบัติและเขียนรายงานบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์พืชและเซลล์สัตว์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ได้ - แสดงและนำเสนอผลงานเรื่องออร์กาแนลภายในเซลล์ได้	- รายงานบทปฏิบัติการ เรื่องเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ - แผนภาพสัญลักษณ์ออร์กาแนลของเซลล์	ผ่านเกณฑ์ 80%
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) - มีการแสดงออกทางอารมณ์และความคิดภายในกลุ่มได้อย่างเหมาะสม - มีส่วนร่วมในการอภิปรายภายในห้องเรียนและการกิจกรรมในห้องเรียน	การมีส่วนร่วมภายในกลุ่ม และขณะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ การนำเสนอแผนภาพสัญลักษณ์ออร์กาแนลของเซลล์	ผ่านเกณฑ์ 80%

ชื่อ.....ชั้น..... ....เลขที่.....

รายงานบทปฏิบัติการ เรื่องเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

จุดประสงค์

1.

2.

อุปกรณ์

1. 5.

2. 6.

3. 7.

4. 8.

วิธีการทดลอง

1.

2.

3.

4.

5.

ผลการทดลอง

สไลด์	ภาพ	ลักษณะ

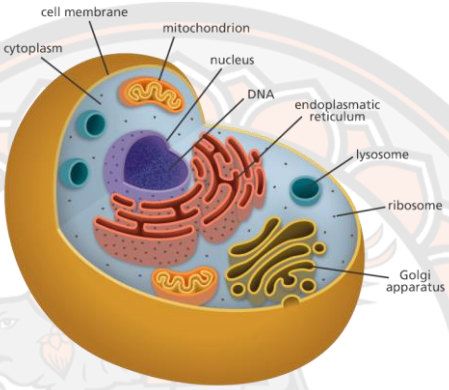
สไลด์	ภาพ	ลักษณะ

ภาพเปรียบเทียบเซลล์สัตว์จากสไลด์ถาวรและภาพจำลอง

ภาพเปรียบเทียบเซลล์พืชจากสไลด์ถาวรและภาพจำลอง

สรุปผลการทดลอง

เซลล์ หน่วยที่เล็กที่สุดของชีวิต



มนุษย์เรามีความรู้ทางวิทยาการก้าวหน้าไป คือ เป็นนายใหญ่นายโต เป็นเจ้าคนนายคนบริหารประเทศทั้งประเทศ หรือคุมทหารทั้งกองทัพ มีความสามารถในด้านวิทยายุทธยอดเยี่ยม แต่มีสักกี่คนที่จะใช่หมอหรือพยาบาล จะมีความรู้ในตัวของเราเองดี รู้จักการทำงานของร่างกายหรืออวัยวะต่างๆ ของร่างกายเป็นอย่างดี และรู้จักการทะนุถนอมดูแลและบำรุงร่างกายให้มีสุขภาพอนามัยที่ดี

ร่างกายของคนเราก็เปรียบเสมือนเครื่องจักร เครื่องยนต์ที่มีส่วนประกอบ และการทำงานอย่างสลับซับซ้อน ประกอบด้วย ตัวถัง โครงสร้างของเครื่องยนต์ ระบบไฟฟ้า น้ำมันเชื้อเพลิงและอากาศที่ช่วยในการเผาไหม้ และระบบบังคับสื่อสารสั่งงานให้เป็นไปด้วยความสัมพันธ์อันดีอีกด้วย

ร่างกายของคนเราประกอบด้วยระบบต่างๆ หลายระบบ เช่น ระบบผิวหนัง หรือเครื่องห่อหุ้มร่างกายคล้ายๆ กับตัวถังรถยนต์ ระบบโครงกระดูก ก็เหมือนกับโครงสร้างของรถยนต์ที่จะรับตัวถังและเครื่องยนต์และรับน้ำหนักบรรทุก ระบบกล้ามเนื้อซึ่งเทียบได้กับข้อเพลา ซึ่งทำให้มีการเคลื่อนที่ ระบบเส้นเลือด และระบบย่อยอาหารก็เหมือนกับน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งต้องการ ระบบหายใจที่จำนำเอาออกซิเจนไปใช้ในการเผาไหม้ให้เกิดพลังงาน ในการเคลื่อนที่ได้เช่นเดียวกับที่เครื่องยนต์เอาอากาศเข้าไปช่วยจุดระเบิดทำให้เกิดแรงดันขับเคลื่อน ระบบขับถ่าย ก็คล้ายๆ กับระบบท่อไอเสีย และการเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นที่ช่วยเอาเศษผงเศษเหล็กที่เกิดจากการสึกหรอออกไป และที่สำคัญคือ

ระบบประสาท ซึ่งเป็นระบบสื่อสารสั่งงานให้ทำงานเป็นไปโดยปกติ ก็เปรียบได้กับคนขับที่จับพวงมาลัยสั่งผ่านไปยังเครื่องเคราข้อต่อ และเพลาล้อของเครื่องยนต์ต่างๆ เป็นต้น

ความมหัศจรรย์ของเซลล์

น่ามหัศจรรย์ที่ร่างกายของคนเรามีระบบต่างๆ ที่ทำงานในร่างกายละเอียดอ่อนมากมายกว่าเครื่องยนต์หลายเท่า เป็นต้นว่า ระบบต่อมไม่มีท่อ ที่ควบคุมการทำงานหรือการเจริญเติบโตของร่างกายได้ ระบบความรู้สึกสัมผัส ตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ ระบบสืบพันธุ์ สามารถถ่ายทอดกรรมพันธุ์ออกลูกออกหลานได้ และยิ่งกว่านั้นยังมีระบบประสาทและสมอง สามารถเรียนรู้ มีความนึกคิด และเก็บข้อมูลได้อีกด้วย ซึ่งไม่ปรากฏในระบบของเครื่องยนต์ที่มนุษย์สร้างขึ้นมา

ถ้าเราจำแนก หรือวิเคราะห์ระบบต่างๆ ที่มาประกอบขึ้นเป็นร่างกายของคนเรานั้น ก็จะพบว่า ระบบต่างๆ แต่ละระบบก็จะประกอบขึ้นจากเนื้อเยื่อหลายๆ ชนิดทั้งที่เหมือนกันและต่างกันมาร่วมกันทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยมีการแบ่งหน้าที่การงานกันทำ ไม่มีการก้าวก่ายหน้าที่กัน ไม่มีความอิจฉาริษยา ไม่มีการทะเลาะกัน มีแต่ความสามัคคีอย่างเดียว และมีการทำงานกันตลอด 24 ชั่วโมง ไม่มีการประท้วง ไม่มีการนัดชุมนุม หรือนัดหยุดงาน ไม่มีการจวกกันในสภาฯ

ลักษณะของเซลล์

ถ้าจะวิเคราะห์เนื้อเยื่อให้ละเอียดลงไปด้วยเครื่องมือพิเศษที่เรียกว่า กล้องจุลทรรศน์ จะพบว่า เนื้อเยื่อต่างๆ แต่ละชนิดจะประกอบด้วยหน่วยที่เล็กที่สุดที่เรียกว่า “เซลล์” ซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต โดยที่เซลล์ที่มีลักษณะเหมือนๆ กัน ทำหน้าที่อย่างเดียวกัน มาประกอบกันขึ้นเป็นเนื้อเยื่อดังกล่าว แต่เนื่องจากมีระบบต่างๆ หลายชนิด และมีเนื้อเยื่อต่างๆ มากมาย ดังนั้น เซลล์จึงมีหน้าตารูปร่างลักษณะหลายอย่าง ทำหน้าที่แตกต่างกันไป

ส่วนประกอบของเซลล์

ร่างกายของคนเราประกอบด้วยเซลล์จำนวนไม่น้อยกว่าห้าหมื่นล้านหน่วย มีรูปร่างต่างๆ กัน แต่เซลล์เหล่านี้ต่างก็มีส่วนประกอบที่สำคัญๆ เหมือนๆ กัน ดังนี้ คือ มีผนังเซลล์ ภายในผนังเซลล์เป็นโปรโตปลาสซึม ซึ่งแบ่งได้เป็นส่วนสำคัญเป็น 2 ส่วน ได้แก่ นิวเคลียส ซึ่งเซลล์จะขาดเสียไม่ได้ ภายในมีส่วนสำคัญในการถ่ายทอดลักษณะจากพ่อแม่ไปสู่ลูกหลานที่เรียกว่า โครโมโซม และอีกส่วนหนึ่งได้แก่ น้ำเซลล์ อันเป็นของเหลวที่อยู่ภายในผนังเซลล์รอบๆ นิวเคลียสนั่นเอง

หน้าที่ของเซลล์

อายุของเซลล์แต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน โดยทั่วๆ ไปแล้ว เซลล์ของร่างกายมีเกิดมีตายอยู่ทุกๆ นาที และมีเซลล์ใหม่เกิดขึ้นมาแทนที่ตลอดเวลา เพื่อให้เกิดความสมดุลตามหน้าที่และความจำเป็น ไม่สร้างสิ่งฟุ่มเฟือยเหลือใช้ และไม่ให้น้อยไปจนไม่สามารถทำหน้าที่ได้ ไม่เหมือนกับสังคมของคนเรา ถ้าจะเปรียบเซลล์ก็เหมือนกับคนในสังคม กลุ่มคนที่ทำหน้าที่เดียวกันก็มารวมกันคล้ายๆ กับเนื้อเยื่อ กลุ่มคนหลายๆ กลุ่มก็ประกอบกันขึ้นมาเป็นแผนก เป็นกอง เป็นกรมและกระทรวงต่างๆ

แต่ที่เซลล์มีลักษณะไม่เหมือนกับคน คือ ไม่มีความวุ่นวายใดๆ ทั้งสิ้น รู้จักรักธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ไม่มีการตัดไม้ทำลายป่า แต่ถ้ามีศัตรูหรือมีอันตรายใดๆ ผ่านเข้ามา เช่น พวกเชื้อโรค หรือแบคทีเรีย พวกที่มีหน้าที่ต่อสู่ป้องกัน เช่น เม็ดเลือดขาวและภูมิคุ้มกันก็จะเข้ามาช่วยทำลายศัตรู แต่ถ้ามีกำลังสู้ไม่ได้ ก็จะสร้างสิ่งคุ้มกันไม่ให้แพร่กระจาย แต่ถ้าร่างกายของเราแข็งแรงมีการทำนุบำรุง เตรียมกำลังพร้อมอยู่เสมอ ก็จะทำลายสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาได้ ตัวอย่างง่ายๆ ที่เห็นได้ชัดในชีวิตประจำวัน ได้แก่ ไข้หวัด เป็นต้น คนที่ตรากตรำทำงานเหนื่อยไม่มีเวลาพักผ่อน ร่างกายก็อ่อนแอ ไม่มีภูมิคุ้มกัน เชื้อหวัดเพียงเล็กน้อยในอากาศซึ่งจะเข้าสู่ร่างกาย ทำให้เป็นหวัด คัดจมูก น้ำมูกไหล แต่ถ้าให้ร่างกายได้พักผ่อนมากๆ ดื่มน้ำมากๆ บางครั้งไม่ต้องกินยาก็อาจหายได้ เป็นต้น

ชนิดของเซลล์

เซลล์ที่มีลักษณะต่างๆ กันอยู่ ในที่ต่างกันก็มีหน้าที่ต่างๆ กัน เป็นต้นว่า เซลล์ของเยื่อบุตามผิวหนัง มีลักษณะยาวแหลมที่ปลายทั้ง 2 ข้าง วางเรียงซ้อนกันหลายชั้นคล้ายกระสอบทรายบังเกอร์ มีหน้าที่ป้องกันร่างกายและเหมาะสำหรับการเสียดสีสัมผัส เซลล์ที่อยู่ชั้นนอกได้รับอาหารน้อยกว่า มักจะตายและกลายเป็นขี้ไคล เซลล์ที่หุ้มอยู่รอบๆ อวัยวะหรือตามท่อเส้นเลือด ก็ตะเรียงชิดติดกันแบบกระเบื้องโมเสด มีช่องว่างระหว่างเซลล์เล็กๆ ยอมให้เม็ดเลือดขาวและภูมิคุ้มกันลอดผ่านได้เมื่อคราวจำเป็น เซลล์ประสาท ซึ่งทำหน้าที่สื่อสารมักจะมีลักษณะคล้ายสายไฟเป็นเส้นยาว สามารถนำความรู้สึกผ่านไปและนำคำสั่งกลับมาได้ เซลล์ที่ประกอบกันเป็นท่อของต่อมต่างๆ มีลักษณะแบบลูกเต๋าเรียงกัน ทำหน้าที่ให้สิ่งที่ต่อมสร้างขึ้นมาส่งผ่านออกไปได้ เซลล์ของกล้ามเนื้อ เป็นเซลล์พิเศษ มีลักษณะยาวและกลมแหลมที่ปลายทั้ง 2 ข้าง มีคุณสมบัติหดตัว ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ทำงานได้ เซลล์ขาวอสุจิ ซึ่งมีหน้าที่จำเป็นต้องว่ายน้ำไปตามท่อ นำไข่ไปผสมกับเซลล์ไข่ จึงมีหัวโตและหางยาวคล้ายว่าวปักเป้าเพื่อให้เคลื่อนที่ได้สะดวก เซลล์ของเม็ดเลือดแดง มีลักษณะคล้ายขนมที่เป็นก้อนกลมและแบน เพื่อให้ไหลผ่ายไปตามเส้นเลือดขนาดแคบๆ ได้ และสามารถเรียงตัวเป็นแถวเดียวได้อย่างเป็นระเบียบ ค่อยๆ ผ่านไปไม่มีการเบียดเสียดแย่งกันอย่างมนุษย์หรือการจราจรของสังคมเราปัจจุบัน

นี้ เซลล์ของกระดูก ซึ่งแข็งก็สามารถอยู่ได้สะดวกตามสภาพแวดล้อม และความจำเป็นของหน้าที่เหล่านี้ เป็นต้น

อ้างอิง : หมอชาวบ้าน https://thailand-eupdsf.org/article/detail/5292

ใบงานเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง และเติมข้อความให้สมบูรณ์

โครงสร้างที่พบ	พบใน		ลักษณะเยื่อหุ้ม			ลักษณะโครงสร้าง	หน้าที่
	เซลล์สัตว์	เซลล์พืช	ไม่มี	1 ชั้น	2 ชั้น		
1. ไรโบโซม							
2. เซนทริโอล							
3. ไซโทสเกเลตอน							
4. ผนังเซลล์							
5. เยื่อหุ้มเซลล์							
6. คลอโรพลาสต์							
7. เซนโทรโซม							
8. กอลจิคอมเพล็กซ์							
9. ไลโซโซม							
10. แวคิวโอล							

โครงสร้างที่พบ	พบใน		ลักษณะเยื่อหุ้ม			ลักษณะโครงสร้าง	หน้าที่
	เซลล์สัตว์	เซลล์พืช	ไม่มี	1 ชั้น	2 ชั้น		
11. ไมโทรคอนเดรีย							
12. ร่างแหเอนโดพลาซึมแบบเรียบ							
13. ร่างแหเอนโดพลาซึมแบบขรุขระ							
14. นิวเคลียส							
15. เพอรอกซิโซม							

นักเรียนคิดว่า ไวรัส เป็นเซลล์หรือไหม แล้วมันเป็นสิ่งมีชีวิตหรือเปล่า เพราะอะไรจึงคิดเช่นนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

อ้างอิง :

ภาคผนวก จ ตัวอย่างแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ.....ชั้น..... .....เลขที่.....

<u>ชุดที่ 1 แบบวัดทักษะการสื่อสารวิทยาศาสตร์รายบุคคล</u>

<u>หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต</u>

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. **ให้นักเรียนดูวิดีโอ https://www.youtube.com/watch?v=vmKSd9V2CMo&t=22sจากนั้นตอบคำถามต่อไปนี้**

   1.1. เกิดอะไรขึ้น.....(น้ำในแม่น้ำมีสีน้ำตาลแดง).....
   .....

   1.2. ที่ไหน .....(แม่น้ำปิง เชียงใหม่).....

   1.3. สาเหตุของเหตุการณ์นี้ คือ สิ่งมีชีวิตชนิดใด .....(แพลงก์ตอนพืช).....

   1.4. เกิดขึ้นได้อย่างไร.(แพลงก์ตอนพืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจากการได้รับสารมากระตุ้น).
   .....

   1.5 มีผลกระทบอย่างไรบ้าง.....(สัตว์น้ำเสียชีวิต ส่งกลิ่นเหม็น).....
   .....

2. **ยูกลีนา (euglena)**

ยูกลีนา เป็นสัตว์เซลล์เดียวขยายพันธุ์ได้โดยวิธีแบ่งเซลล์ มีลักษณะเป็นรูปกระสวย หน้าป้าน ท้ายเรียว มีเยื่อหุ้มหนาเรียก เพลลิเคิล (Pellicle) มีช่องเปิดขนาดเล็ก เรียก ไซโตสโตม (Cytostome) เชื่อมต่อเซลล์เป็นร่องลึก เรียก ไซโตฟาริงซ์ (Cytopharynx) ตอนปลายจะพองออกมีลักษณะเป็นถุงเรียกว่า รีเซอวัว (Reservoir) บริเวณนี้ช่วงฐานจะมีแกรนูลในไซ

โตพลาสซึม เรียก ไคเนโตโซม หรือ เบลฟฟาโรพลาสต์ หรือ เบซอลบอดี (Kinetosome or Blephaloplast or Basal body) เป็นที่เกิดของแฟลเจลลัม โดยมี 2 เส้น เส้นยาวยื่นจากไซโตสโตม เพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ , เส้นสั้นอยู่ภายในรีเซอวัว-มีคอนแทร็กไทล์แวคิวโอลลักษณะทรงกลมอยู่ทางด้านข้างของรีเซอวัว โดยมีแวคิวโอลขนาดเล็กล้อมรอบอยู่ ทำหน้าที่รวบรวมน้ำ และกำจัดน้ำโดยการหดตัว ทางรีเซอวัวมีจุดตาสีแดง (Eye spot or Stigma) ลักษณะเป็นรูปถ้วยอยู่ทางด้านข้างไซโตฟาริงซ์ ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของแสงส่งไปยังอวัยวะรับความรู้สึก

ตัวของยูกลีนาเป็นสีเขียว เนื่องจากมีคลอโรพลาสต์รูปไข่กระจายอยู่ในไซโตพลาสซึม เมื่ออยู่ในสภาพที่มีแสงจะดำรงชีวิตแบบโฮโลไฟติค อาหารสะสมเป็นพาราไมลอนกระจายในเซลล์ ถ้าอยู่ในสภาพที่ไม่มีแสงจะดำรงชีวิตแบบแซบโปรโซอิค โดยคลอโรฟิลล์จะสลายไป แต่ถ้ากลับมาอยู่ในสภาพที่มีแสงใหม่ ยูกลีนาจะสร้างคลอโรฟิลล์ขึ้นมาใหม่ แต่ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ เนื่องจากเกิดการกลายพันธุ์

การเคลื่อนที่

การเคลื่อนที่ของยูกลีนาจะใช้แฟลกเจลลัมเส้นยาวพัดโบกไปมาเหมือนการว่ายน้ำ ถ้าในสภาพไม่มีน้ำจะยืดหดตัวให้เกิดคลื่นในลำไส้ทำให้สามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้

การสืบพันธุ์

การสืบพันธุ์ของยูกลีนาเป็นแบบไม่อาศัยเพศ โดยการแบ่งเซลล์ตามยาวจากด้านหน้าไปยังด้านท้าย ในสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมยูกลีนาจะแบ่งตัวในซีสต์ โดยเซลล์หดตัวเป็นรูปกลมหุ้มด้วยเยื่อเจลลาติน (Gelstionous covering) เป็นการเข้าเกราะ จากนั้นยูกลีนาจึงเริ่มแบ่งตัว ซึ่งจะได้ยูกลีนามากกว่า 1 ตัวใน 1 ซีสต์

อ้างอิง :

http://119.46.166.126/self_all/selfaccess10/m4/biology4_2/lesson3/item4.php

จากบทความข้างต้น นักเรียนคิดว่า “ยูกลีนา (Euglena) มีโครงสร้างคล้ายเซลล์พืช หรือว่าเซลล์สัตว์ พร้อมให้เหตุผล

.....(ถ้าตอบเซลล์สัตว์ เหตุผล มีแฟลเจลัม เคลื่อนที่ได้ กินสัตว์อื่นเป็นอาหาร.....
.....ถ้าตอบเซลล์พืช เหตุผล มีเซลลูโลส(ผนังเซลล์) สามารถสังเคราะห์แสงได้ และเก็บอาหารในรูปแป้ง).....
.....

3. **จากนั้นให้ใส่แหล่งอ้างอิงที่สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ“การลำเลียงสารเข้า-ออกเซลล์ยูกลีนา (Euglena)” มา 5 แหล่งอ้างอิง**

การลำเลียงสารเข้า-ออกเซลล์ยูกลีนา คือ

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

3.1. .....

3.2. .....

3.3. .....

3.4. .....

3.5. .....

4. **จากงานวิจัยเรื่อง ผลของฤดูกาลต่อแพลงก์ตอนพืชที่ทำให้เกิดกลิ่นโคลนในบ่อเลี้ยงปลานิลแบบผสมผสาน โดย พรพิมล พิมลรัตน**

ตาราง จำนวนของแพลงก์ตอนพืช(ค่าเฉลี่ย) ในบ่อรวมที่แตกต่างฤดูกาล

แพลงก์ตอนพืช	จำนวนของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละฤดู (1000 หน่วย/ลิตร)		
	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว
Trachelomonas sp.	3.99	2.14	2.22
Phacus sp	3.68	0.78	0.18

Euglena sp	1.60	0.35	0.73

จากตารางจำนวนของแพลงก์ตอนพืช(ค่าเฉลี่ย) ในบ่อรวมที่แตกต่างฤดูกาล ให้นักเรียนนำข้อมูลข้างต้นมาออกแบบกราฟผลการทดลอง และเขียนสรุปผลการทดลอง(ตามตาราง)

(กราฟแท่งหรือกราฟเส้นก็ได้ ต้องมีการกำหนดชื่อแกน x และ y มีชื่อกราฟ และสเกลที่ห่างเท่าๆกัน มีการเปรียบเทียบที่เห็นชัดเจน สี หรือลักษณะ)

5. **การสืบพันธุ์หรือการเพิ่มจำนวนของกลุ่มยูกลีนา (Euglena) เป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ นักเรียนคิดว่าการแบ่งเซลล์ของกลุ่มยูกลีนา (Euglena) นั้นเป็นการแบ่งเซลล์ในรูปแบบใด เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น**

.....(แบบไมโทซิส เพราะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเซลล์ผลลัพธ์จะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์เริ่มต้น).....

.....

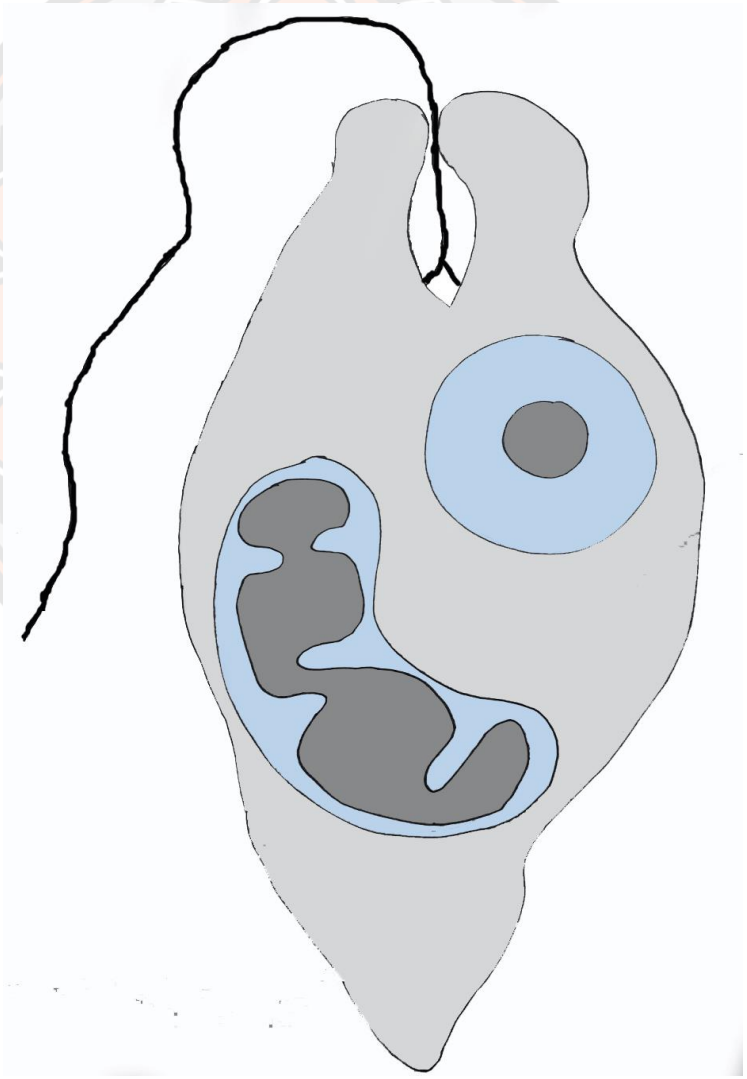
6. ให้นักเรียนวาดกระบวนการแบ่งเซลล์ของยูกลีนา (Euglena) ตามที่นักเรียนเข้าใจ (กำหนดให้ 2n=6)

(วาดกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสครบทุกระยะ จำนวนโครโมโซมเริ่มต้นและสิ้นสุดเท่ากัน มีการ label ส่วนต่างๆ และวาดรูปร่างเซลล์ในลักษณะของยูกลีนา (Euglena))

7. **นักเรียนคิดว่ากลุ่มยูกลีนา (Euglena) มีการหายใจระดับเซลล์หรือไม่ ถ้ามีจะเป็นในรูปแบบใด เพราะเหตุใด**

.....(มี เป็นลักษณะการหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน เพราะเป็นสิ่งมีชีวิตที่ต้องใช้พลังงานในการกิจกรรมต่างๆ แต่หากอยู่ในสภาวะที่มีออกซิเจนน้อย อาจมีการเปลี่ยนเข้าสู่การหายใจระดับเซลล์แบบไม่ใช่ออกซิเจนได้).....

8. **ให้นักเรียนเขียนกระบวนการหายใจระดับเซลล์ลงในภาพให้ถูกต้อง โดยระบุขั้นตอนที่เกิดกระบวนการ ตำแหน่ง และผลิตภัณฑ์ที่ได้ในแต่ละขั้น จากนั้นมาอธิบายกลไกที่เกิดขึ้นให้ครูผู้สอนฟัง**



ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างแบบสะท้อนผล

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วิชา ชีววิทยา

วันที่.....เวลา.....สถานที่ โรงเรียนบ้านเทอดไทย

เรื่อง.....ชั้น ม.4/1 จำนวน 25 คน

ผู้สอน นางสาวนรมน โปธา ผู้สังเกต นางสาววารุณี หลวงไชย

---

1) ขั้นเตรียมสมอง

จุดเด่น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุดที่ควรพัฒนา/ปรับปรุง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2) ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน

จุดเด่น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุดที่ควรพัฒนา/ปรับปรุง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3) ขั้นปฏิบัติการกลุ่ม

จุดเด่น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุดที่ควรพัฒนา/ปรับปรุง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4) ขั้นสร้างผลงาน

จุดเด่น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุดที่ควรพัฒนา/ปรับปรุง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5) ขั้นนำเสนอความรู้

จุดเด่น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุดที่ควรพัฒนา/ปรับปรุง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิส สามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์(ทักษะการเข้าถึงข้อมูล ทักษะการฟังและสังเกต ทักษะการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการสร้างตัวแทนภาพ และทักษะการนำเสนอความรู้ความเข้าใจ) ในเรื่อง การทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาววารุณี หลวงไชย)

ครูชีววิทยา โรงเรียนบ้านเทอดไทย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นรมน โปธา
วัน เดือน ปี เกิด	6 กรกฎาคม 2535
ที่อยู่ปัจจุบัน	278 ม.5 ตำบลริมกก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านเทอดไทย
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครู คศ.1
ประสบการณ์การทำงาน	พ.ศ.2561-ปัจจุบัน
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2559 กศ.บ. วิทยาศาสตร์-ชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ