



แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ
เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



ธัญจิรา ทองมาก

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ
เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้
เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6"

ของ ธัญจิรา ทองมาก

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

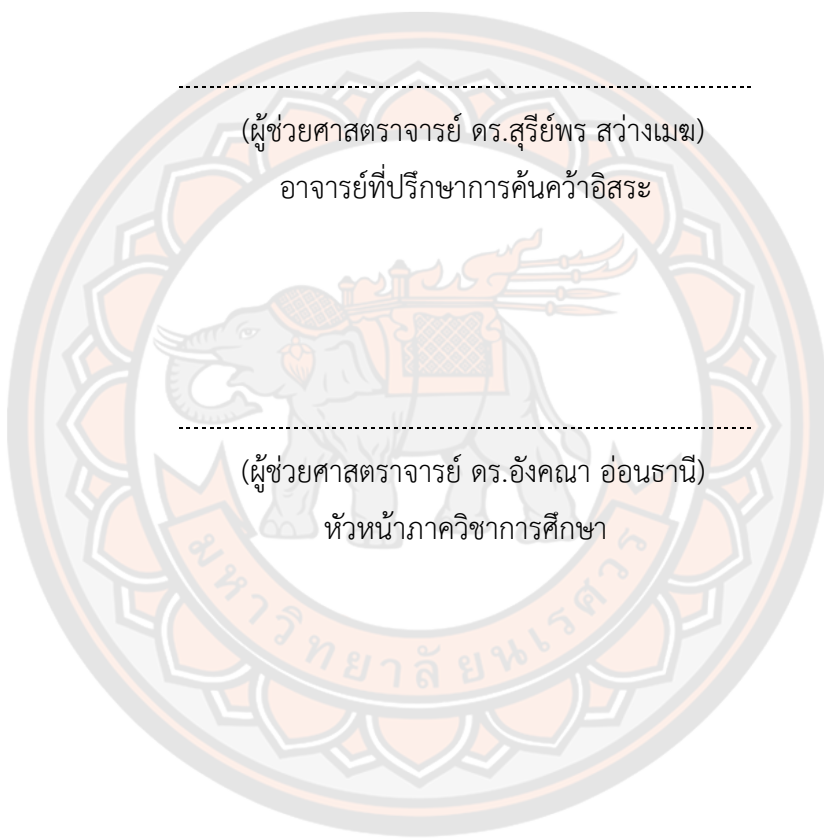
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



ชื่อเรื่อง	แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ผู้วิจัย	ธัญจิรา ทองมาก
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรียพร สว่างเมฆ
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2564
คำสำคัญ	ความฉลาดรู้เชิงภาพ, การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน, ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพและผลการพัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ผู้เข้าร่วมวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 45 คน ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดสุพรรณบุรี โดยมีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมและแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีวิเคราะห์เนื้อหา และการหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ

ผลการศึกษาพบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้มีลักษณะดังนี้ 1) การกระตุ้นความสนใจและการสร้างแบบจำลองทางความคิดเดิมของนักเรียนโดยใช้สื่อวิดีโอที่เกี่ยวข้องเรื่องระบบประสาทในชีวิตประจำวันของนักเรียน 2) การประเมินและทบทวนแนวความคิดเดิมที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท โดยใช้สื่อวิดีโอที่นักเรียนสามารถศึกษาและทบทวนคำศัพท์ทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท 3) การสร้างแบบจำลองภาพโดยให้นักเรียนฝึกวาดภาพองค์ประกอบการวาดภาพทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องก่อนเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองภาพจากข้อมูลที่สืบค้นและเรียนรู้ได้ดีขึ้น 4) การประเมินแบบจำลองผ่านตั้งคำถามข้อดีข้อเสียของแบบจำลองภาพที่สร้างขึ้นและกำหนดเวลาในการแก้ไขแบบจำลองภาพให้สมบูรณ์ 5) การขยายแบบจำลอง โดยใช้คำถามปลายเปิดในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท ให้นักเรียนได้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองภาพและเชื่อมโยงแบบจำลองภาพกับสถานการณ์ใหม่ได้ และผลจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความฉลาดรู้เชิงภาพเรื่องระบบประสาทและ

อวัยวะรับความรู้สึกระดับต่ำ (ร้อยละ 21.3) ไปสู่ระดับสูง (ร้อยละ 87.5)



Title THE GUIDELINE OF MODEL-BASED LEARNING TO PROMOTE VISUAL LITERACY IN TOPIC OF NERVOUS SYSTEM FOR TWELFTH GRADE STUDENTS

Author TANJIRA TONGMAK

Advisor Assistant Professor Sureeporn Sawangmek, Ed.D.

Academic Paper M.Ed. Independent Study in Science Education, Naresuan University, 2021

Keywords visual literacy, model-based learning, nervous system and sense organ

ABSTRACT

This study aimed to explore the guideline of model-based learning to promote visual literacy and the effect of implementing model-based instruction on visual literacy in topic of nervous system. The participants were 45 twelfth grade students by purposive sampling from one secondary school in Supanburi province in Academic Year 2564 B.E. The research instruments consisted of the 3 lesson plans, the learning reflection form, activity handouts and the visual literacy assessment form. The data were analyzed by content analysis, mean and percentage.

The results showed that the guideline of model-based learning to promote visual literacy was as follows: 1) the engagement of students' attention and prior conceptual model construction through instructional videos about the nervous system in daily life, 2) the assessment and revision of students' prior conceptual model regarding the nervous system topic by utilizing instructional videos which students can explore to review technical terms related to the nervous system, 3) the student support by practicing of drawing relevant scientific illustration components in order to enhance better conceptual model construction from retrieved information, 4) evaluation of conceptual model through asking questions regarding benefits and disadvantages of the model constructed and allocating time for model revision, and 5) elaboration of the conceptual model by using open-ended questions with new

situations related to nervous system topic and highlight the relationship between conceptual model and new situations. The results of using the model-based learning can promote visual literacy in topic of nervous system from low level (21.3%) to high level (87.5%).



ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สามารถสำเร็จไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรียพร สว่างเมฆ อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ท่านผู้ให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำแนวทางที่ถูกต้องและตรวจสอบข้อบกพร่องให้ผู้วิจัยนำกลับไปแก้ไขปรับปรุงเพื่อประโยชน์ต่อการศึกษา ค้นคว้าอิสระให้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อีกทั้งยังช่วยเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยสามารถก้าวข้ามผ่านอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาในการทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญอันประกอบด้วยผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ นาคขุนทด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย วิชัยดิษฐ์ และคุณครูจิตติมา ตมหอม ที่ช่วยตรวจสอบแก้ไขให้คำแนะนำและข้อเสนอที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือวิจัย และขอขอบคุณคุณครูจิตติมา ตมหอม ที่ได้ร่วมสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ข้อเสนอแนะและคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการตริยพงษ์ เข้มเพ็ชร คณะผู้บริหารทุกท่านและหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คุณครูฉันทนา บุญมาก ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่คาบสอนการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการทำวิจัยตลอดจนได้ให้คำแนะนำที่ดีเพื่อประโยชน์ แก่การจัดการเรียนรู้เพื่อการวิจัยตลอดจนขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2564 ทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาการศึกษา พนักงานและเจ้าหน้าที่ทุกท่านและขอขอบคุณคุณนรมน โปธา คุณกฤตติกา ไตรรงค์ และคุณอรอนงค์ เมืองคง นิสิตปริญญาโทวิทยาศาสตร์การศึกษาภาคฤดูร้อน (ครูประจำการ) มหาวิทยาลัยนเรศวรทุกท่านที่เป็นกำลังใจ ให้คำแนะนำ ให้ข้อเสนอแนะ ช่วยตรวจทานและให้ความช่วยเหลือซ้ำพเจ้าในทุกด้านตลอดจนขอขอบคุณพี่น้องนิสิตปริญญาโททุกท่านอาทิเช่น คุณอรุณรัชต์ ศาสตร์สกุล คุณสุธี พลมาศ และ คุณพิมพ์พิไล จันทรัตน์กุล ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีกับผู้วิจัยตลอดมา

คุณประโยชน์จากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่บุพการี นางราตรี ทองมาก นายศรีทน ทองมากและผู้มีพระคุณทุกท่าน ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป

ธัญจิรา ทองมาก

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....ค	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ	
ประกาศคุุณูปการ.....ช	
สารบัญ.....ช	
สารบัญตาราง.....ฉ	
สารบัญภาพ.....ช	
บทที่ 1 บทนำ.....1	
ที่มาและความสำคัญ.....1	
คำถามงานวิจัย.....4	
วัตถุประสงค์การวิจัย.....4	
ขอบเขตงานวิจัย.....4	
นิยามศัพท์เฉพาะ.....5	
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....7	
1. หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดสุพรรณบุรีและ รายวิชาเพิ่มเติม ว33245 ชีววิทยา 5 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)8	
2. ความฉลาดรู้เชิงภาพ (Visual literacy)23	
3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Models-based learning)39	
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง43	
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย45	

1. รูปแบบการวิจัย.....	45
2. กลุ่มเป้าหมาย.....	46
3. บริบทของห้องเรียน.....	46
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	46
5. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ.....	47
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	66
ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	66
ตอนที่ 2 การรู้เชิงภาพของนักเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	76
1. ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับ ความรู้สึก ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของ วงรอบปฏิบัติการ	77
2. ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับ ความรู้สึกก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน.....	95
3. ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้เชิงภาพระหว่างการจัดการเรียนรู้โดย ใช้แบบจำลองเป็นฐานและจากแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองเป็นฐาน.....	96
บทที่ 5 บทสรุป.....	99
สรุปผลการวิจัย.....	99

ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริม ความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	99
ตอนที่ 2 การรู้เชิงภาพของนักเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง เป็นฐาน เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	100
อภิปรายผล	101
ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาด รู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6	101
ตอนที่ 2 การรู้เชิงภาพของนักเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง เป็นฐาน เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกของนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6	106
บรรณานุกรม	109
ภาคผนวก	120
ประวัติผู้วิจัย	163

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงโครงสร้างรายวิชาและจำนวนชั่วโมงเรียนในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 5 (ว33245) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	14
ตาราง 2 ระดับการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยของบลูมที่ปรับเปลี่ยนใหม่ (Bloom's Taxonomy Revised) ที่สอดคล้องกับพฤติกรรมของความฉลาดรู้เชิงภาพ	25
ตาราง 3 แสดงลำดับขั้นของความฉลาดรู้เชิงภาพ	30
ตาราง 4 พฤติกรรมความฉลาดรู้เชิงภาพด้านการอ่านภาพ.....	31
ตาราง 5 พฤติกรรมความฉลาดรู้เชิงภาพด้านการเขียนภาพ.....	33
ตาราง 6 พฤติกรรมความฉลาดรู้เชิงภาพด้านอื่น ๆ.....	34
ตาราง 7 เกณฑ์คะแนนสมรรถนะความฉลาดรู้เชิงภาพ (Visual literacy competence rubric).....	35
ตาราง 8 ประเภทแบบจำลอง.....	40
ตาราง 9 เวลาในการจัดการเรียนรู้และผลงานของนักเรียนแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	48
ตาราง 10 ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้และภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้.....	49
ตาราง 11 วิเคราะห์การสร้างแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพตามตัวบ่งชี้ทั้ง 7 ตัวบ่งชี้.....	51
ตาราง 12 เกณฑ์การประเมินความฉลาดรู้เชิงภาพ.....	54
ตาราง 13 วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับใบกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	58
ตาราง 14 ร้อยละจำนวนนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 1 และคะแนนเฉลี่ยที่แสดงเป็นร้อยละของแต่ละวงรอบ	77

ตาราง 15 ร้อยละจำนวนนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 2 และคะแนนเฉลี่ยที่แสดงเป็นร้อยละของแต่ละวงรอบ	81
ตาราง 16 ร้อยละจำนวนนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 3 และคะแนนเฉลี่ยที่แสดงเป็นร้อยละของแต่ละวงรอบ	83
ตาราง 17 ร้อยละจำนวนนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 4 และคะแนนเฉลี่ยที่แสดงเป็นร้อยละของแต่ละวงรอบ	85
ตาราง 18 ร้อยละจำนวนนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 5 และคะแนนเฉลี่ยที่แสดงเป็นร้อยละของแต่ละวงรอบ	86
ตาราง 19 ร้อยละจำนวนนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 6 และคะแนนเฉลี่ยที่แสดงเป็นร้อยละของแต่ละวงรอบ	90
ตาราง 20 ร้อยละจำนวนนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 7 และคะแนนเฉลี่ยที่แสดงเป็นร้อยละของแต่ละวงรอบ	92
ตาราง 21 เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนในแต่ละตัวบ่งชี้ ระหว่างการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	97
ตาราง 22 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องการทำงานของระบบประสาทโซมาติกในมนุษย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	122
ตาราง 23 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติในมนุษย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	123
ตาราง 24 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องอวัยวะรับความรู้สึกในมนุษย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	124

ตาราง 25 ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
ในการจัดการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริม
ความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6..... 125

ตาราง 26 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างของแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ
เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ระหว่างตัวบ่งชี้ของความฉลาดรู้เชิงภาพและ
ข้อคำถาม..... 126

ตาราง 27 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างใบกิจกรรม เรื่องระบบประสาทและ
อวัยวะรับความรู้สึก ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้และข้อคำถาม..... 127



สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 ประเภทของความฉลาดรู้เชิงภาพ.....	24
ภาพ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างระบบที่ซึ่งมีความเชื่อมโยงระหว่างลักษณะที่สัมพันธ์กันหรือ คุณสมบัติที่มีความเหมือนกัน ทุกแบบจำลองมีความสัมพันธ์กับเป้าหมาย.....	39
ภาพ 3 กรอบแนวคิดทางทฤษฎีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน.....	42
ภาพ 4 ขั้นตอนปฏิบัติการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องระบบ ประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึก	62
ภาพ 5 แบบจำลองระบบประสาทโซมาติกของมนุษย์ของนักเรียนที่สามารถระบุ องค์ประกอบของภาพได้บางส่วน ในวงรอบปฏิบัติการ วงรอบที่ 1.....	78
ภาพ 6 แบบจำลองระบบประสาทอัตโนมัติของมนุษย์ของนักเรียนที่สามารถระบุ องค์ประกอบภาพได้บางส่วน (A) และครบถ้วน (B) ในวงรอบปฏิบัติการ วงรอบที่ 2	79
ภาพ 7 แบบจำลองภาพอวัยวะรับสัมผัส (หู) ของนักเรียนที่สามารถระบุองค์ประกอบภาพได้ ครบถ้วน ในวงรอบปฏิบัติการ วงรอบที่ 3.....	80
ภาพ 8 แหล่งข้อมูลที่นักเรียนนำมาเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างแบบจำลองในวงรอบ ปฏิบัติการ วงรอบที่ 1	81
ภาพ 9 แบบจำลองภาพระบบประสาทอัตโนมัติที่ได้จากการค้นหาจากแหล่งข้อมูลของ นักเรียนในวงรอบปฏิบัติการ วงรอบที่ 2.....	82
ภาพ 10 แบบจำลองระบบประสาทโซมาติกของมนุษย์ของนักเรียนที่สามารถใช้ภาพ สื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้บางส่วน ในวงรอบปฏิบัติการ วงรอบที่ 1.....	87
ภาพ 11 แบบจำลองภาพระบบประสาทอัตโนมัติของมนุษย์ของนักเรียนที่สามารถใช้ภาพ สื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้บางส่วน ในวงรอบปฏิบัติการ วงรอบที่ 2.....	88

ภาพ 12 แบบจำลองภาพอวัยวะรับสัมผัสของนักเรียนที่สามารถใช้ภาพสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ในวงรอบปฏิบัติการ วงรอบที่ 3	89
ภาพ 13 แบบจำลองภาพระบบประสาทโซมาติกของมนุษย์ของนักเรียนที่สามารถสร้างภาพการทำงานของระบบประสาทได้บางส่วน ในวงรอบปฏิบัติการ วงรอบที่ 1	91
ภาพ 14 แบบจำลองภาพอวัยวะรับสัมผัส (ตา) ของนักเรียนที่สามารถสร้างภาพการทำงานของระบบประสาทได้บางส่วน ในวงรอบปฏิบัติการ วงรอบที่ 3.....	92
ภาพ 15 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนในแต่ละตัวบ่งชี้ โดยรวบรวมจากใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 3 วงรอบ	94
ภาพ 16 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนในแต่ละตัวบ่งชี้ โดยรวบรวมจากแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	95
ภาพ 17 เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกของนักเรียนในแต่ละตัวบ่งชี้ระหว่างการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน.....	96
ภาพ 18 ส่วนหนึ่งจากวิดีโอเรื่อง Acan Feeding Response	129
ภาพ 19 ใบกิจกรรมที่ 1	131
ภาพ 20 ส่วนหนึ่งจากวิดีโอ Nervous System - Get to know our nervous system a bit closer, how does it works? Neurology	131
ภาพ 21 ภาพสมองเพื่อให้นักเรียนฝึกวาดภาพ	133

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

การทำให้เห็นเป็นภาพ (visualization) เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ ในหลาย ๆ สาขาของวิทยาศาสตร์มักจะนำเสนอข้อมูลในรูปของภาพ เช่น กราฟ แบบจำลองจาก คอมพิวเตอร์และสูตรเคมี เป็นต้น (Vavra et. al., 2011) การแสดงเป็นภาพที่เป็นตัวแทนของ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นสิ่งเชื่อมโยงช่องว่างระหว่างปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า เช่น กระบวนการทางโมเลกุล และ/ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และปรากฏการณ์ที่สามารถ สังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าจะช่วยให้เข้าใจปรากฏการณ์นั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น รวมถึงสื่อที่แสดงในรูปของ ภาพสามารถถ่ายทอดข้อความที่ซับซ้อนได้ (Gershon et al., 1998; Tibell and Rundgren, 2010) ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงใช้สื่อในลักษณะนี้แสดง แบบจำลองสมมติฐาน ระบุรูปแบบที่มีความหมาย จากข้อมูลและตัวแทนทางความคิดที่ใช้สื่อสารระหว่างกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ ประชาชนทั่วไปและ สำหรับกลุ่มการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Arneson and Offerdahl, 2018; และ Trumbo, 1999) ซึ่งข้อความที่แสดงในรูปแบบของภาพจะทำหน้าที่ในการเป็นตัวแทนของสิ่งต่าง ๆ ได้ดี ก็ต่อเมื่อผู้สร้างและผู้รับสารมีการพัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพ (visual literacy) ที่เพียงพอ (Tibell and Rundgren, 2010)

ความฉลาดรู้เชิงภาพมีความสำคัญอย่างมากสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 (Pem, 2019) เนื่องจากในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้รับสารจากสื่อต่าง ๆ ที่มากมายมหาศาลโดยเฉพาะใน รูปแบบของภาพจากอินเทอร์เน็ต (Facebook, Instagram, Twitter เป็นต้น) และทางละครและสื่อ โฆษณาจากโทรทัศน์ (Lundy and Stephens, 2015) โดยพบว่านักเรียนใช้เวลาเฉลี่ยน้อยกว่า 5,000 ชั่วโมงในการอ่าน แต่ในทางตรงกันข้ามนักเรียนใช้เวลามากกว่า 10,000 ชั่วโมงในการเล่น วิดีโอเกม และ 20,000 ชั่วโมงในการดูโทรทัศน์ (Prensky, 2001) โดยสื่อภาพที่นำเสนอออกมานั้น ไม่ได้ถูกใช้เพื่อนำมาประกอบข้อความเท่านั้นแต่ถูกใช้เป็นสื่อหลักในการนำเสนอ เพราะฉะนั้น ในศตวรรษที่ 21 การใช้ภาพถือเป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างหนึ่งในการสื่อสารเป็นอย่างมาก (The ACRL Board of Directors, 2011 และ Estrada; Davis, 2015) ดังคำกล่าวของ Williams and Newton (2007) ที่กล่าวว่า “การที่จะเป็นนักเรียนในศตวรรษที่ 21 นั้นไม่เพียงแต่ต้องใช้ ความสามารถทางการพูดและทางคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่ยังต้องสามารถตีความ วิเคราะห์ สร้างสรรค์ และใช้ภาพในการสื่อสารได้อย่างลึกซึ้ง” นอกจากนี้ยังพบว่าการพัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพสามารถ ส่งเสริมความร่วมมือของนักเรียน (collaboration) การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การคิดแบบเห็น

ภาพ (thinking visible) การเรียนแบบเป็นภาพ (learning visible) (Gholam, 2018) อภิปัญญา (Gilbert, 2005) และสามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนได้ (Avgerinou and Ericson, 1997)

แต่อย่างไรก็ตามพบว่าถึงแม้นักเรียนจะใช้เวลาส่วนใหญ่ไปกับสื่อที่เป็นภาพแต่นักเรียนเป็นเพียงแค่ผู้รับสื่อภาพมาโดยตรงเท่านั้นโดยปราศจากการตีความหรือการตั้งคำถามเกี่ยวกับสื่อภาพที่แสดง (Pem, 2019) นอกจากนี้จากการดำเนินโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ในปี 2558 พบว่า นักเรียนไทยจำนวนเกือบครึ่งหนึ่งแสดงว่ารู้เรื่องวิทยาศาสตร์ยังไม่ถึงระดับพื้นฐาน (ระดับ 2) แสดงถึงนักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาและกระบวนการสามัญเพื่อเลือกบอกคำอธิบายของปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์อย่างง่ายที่ต้องการการคิดไม่มากและแปลความข้อมูลที่เป็นภาพหรือกราฟที่ต้องใช้การคิดเพียงเล็กน้อยส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถใช้ประโยชน์จากความรู้ได้ในชีวิตจริงในอนาคตและเมื่อดูจากรูปแบบข้อสอบเพื่อประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA ที่ใช้ประเมินนักเรียนนั้น ข้อสอบโดยส่วนใหญ่จะอยู่ในลักษณะให้นักเรียนหาความหมาย ตีความและวิเคราะห์สื่อภาพที่มีความหลากหลาย เช่น รูปภาพ กราฟ แผนผัง และสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นต้น นอกจากตัวข้อสอบจะมีการใช้สื่อภาพเป็นหลักแล้วยังพบว่าตัวข้อสอบบางส่วนให้นักเรียนได้สร้างสรรค์สื่อภาพขึ้นเช่น การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และแผนภาพ เป็นต้น (โครงการ PISA ประเทศไทย, 2561) จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นนักเรียนส่วนใหญ่ในประเทศไทยยังขาดความสามารถในการหาความหมาย ตีความ วิเคราะห์และสร้างสรรค์สื่อภาพ

จากข้อมูลข้างต้นสอดคล้องกับปัญหาที่ผู้วิจัยพบในห้องเรียนคือ ในการเรียนวิชาชีววิทยาซึ่งศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและกระบวนการต่าง ๆ ในสิ่งมีชีวิต ในหนังสือเรียนจึงประกอบด้วยสื่อภาพต่าง ๆ อย่างมากมาย เช่น ภาพสิ่งมีชีวิต ภาพเสมือนจริง แบบแผนแสดงการทำงาน กราฟและแผนผังต่าง ๆ ซึ่งเป็นตัวแทนที่แสดงถึงกระบวนการที่ซับซ้อน ซึ่งนักเรียนไม่สามารถเข้าใจความหมายของสื่อภาพได้เนื่องจาก การจะทำความเข้าใจสื่อภาพที่ซับซ้อนได้นั้นนักเรียนจำเป็นต้องเข้าใจถึงข้อความและภาพประกอบ ตัดสินใจเกี่ยวกับลำดับการอ่านข้อความและภาพประกอบ ตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลและภาพที่จำเป็นและไม่จำเป็น พิจารณาความเกี่ยวข้องของภาพและข้อความ และบูรณาการขึ้นส่วนของข้อมูล (McTigue, 2011) ซึ่งสื่อถึงนักเรียนยังขาดทักษะที่ช่วยในการทำความเข้าใจสื่อภาพ (Pem, 2019) เช่น การแปลความหมายภาพ (Phillips, 2010) และการตีความภาพหรือที่เรียกว่าความฉลาดรู้เชิงภาพ โดยความฉลาดรู้เชิงภาพนี้สำคัญกับการเรียนวิทยาศาสตร์มากเนื่องจากช่วยส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Norris, 2012 และ Phillips, 2010)

จากปัญหาดังกล่าวอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากเวลาในการจัดการเรียนการสอนมีจำกัด แต่เนื้อหาปริมาณมากจึงส่งผลให้ภาพที่นำมาแสดงในชั้นเรียนนั้นถูกใช้ประโยชน์แค่ระบุว่าภาพนี้คือ

อะไรโดยไม่ได้วิเคราะห์ภาพอย่างลึกซึ้งภายในห้องจึงเน้นการบรรยายเป็นหลัก มีการถามตอบกับนักเรียนน้อยมาก ทั้งยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความเห็นน้อยและไม่มีกิจกรรมกลุ่มในห้องเรียน จะเห็นว่านักเรียนมีบทบาทที่น้อยกว่าครูส่งผลให้การเรียนรู้ของนักเรียนเกิดขึ้นน้อยมาก การจัดการเรียนรู้ภายในห้องจึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีครูเป็นศูนย์กลาง (Teacher-Centered Method) (คณะอนุกรรมการการจัดการความรู้ด้านการเรียนการสอน, 2555) การสอนลักษณะนี้เน้นการบรรยายเป็นหลักส่งผลให้นักเรียนจะสามารถจดจำความรู้ได้เพียงแค่ 5 เปอร์เซ็นต์จากความรู้ทั้งหมด (NTL Institute, Personal Communication, 2009 as cited in Letrud K., 2012) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการอธิบายเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมโดยไม่ได้ตีความภาพอย่างลึกซึ้ง ความเข้าใจในเนื้อหาที่สอนจะยิ่งน้อยลง (โชติภรณ์ และไพโรจน์, 2560) โดยเฉพาะเนื้อหาเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึกในเรื่องนี้จะสอนเกี่ยวกับ การรับรู้และการตอบสนองของสัตว์ โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท ศูนย์ควบคุมระบบประสาทของมนุษย์ การทำงานของระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึก ซึ่งมีความเป็นนามธรรมเนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ศึกษาเกี่ยวกับอวัยวะและกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในร่างกายส่งผลให้ไม่สามารถมองผ่านผิวหนังเข้าไปเห็นเซลล์ประสาทหรือมองเห็นการรับ-ส่งกระแสประสาทได้ (นิภาพร และคนอื่น ๆ, 2558) นอกจากนี้เนื้อหาเรื่องนี้ยังเป็นเนื้อหาที่เข้าใจยากและมีความซับซ้อน เพราะฉะนั้นควรจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ พร้อมกับเห็นสิ่งที่เป็นรูปธรรมเพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจบทเรียนที่มีความเป็นนามธรรมได้ดียิ่งขึ้น (Moreno and Reisslein, 2011) ยกตัวอย่างเช่น การใช้ภาพแผ่นผัง ผังงาน และสถานการณ์จำลอง เป็นต้น (Raiyn, 2016)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Learning) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้เกิดกระบวนการคิด (mental model-building) ของนักเรียนทั้งแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม (Gilbert, 2000) โดยการจัดการเรียนการสอนลักษณะนี้นักเรียนจะได้แสดงออกซึ่งความคิดของตน ซึ่งช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในโมเดลทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนได้ (รวีวรรณ และศศิเทพ, 2556) และนอกจากนี้นักเรียนจะมีโอกาสที่จะมีส่วนร่วมในกิจกรรมการสร้างแบบจำลองที่มีความหลากหลายที่ออกมาจากแบบจำลองทางความคิด ซึ่งผ่านการรับรู้ที่หลากหลายเช่น การได้ยิน การสัมผัสและการมองเห็น (Gilbert, 2011) ทั้งยังจำเป็นต้องใช้การให้เหตุผล ตีความ และสร้างสรรค์เพื่อสร้างแบบจำลองที่เป็นสื่อภาพที่แสดงถึงโมเดลของนักเรียนออกมา (Buckley et al., 2004) จะเห็นได้ว่าการจะสร้างแบบจำลองขึ้นนั้นจำเป็นต้องมีความฉลาดรู้เชิงภาพ (Gilbert, 2005 และ Bell, 2014) ความฉลาดรู้เชิงภาพนั้นจะสามารถพัฒนาได้เกิดจากการปฏิบัติหรือฝึกมอง หาความหมาย ตีความและสร้างสรรค์สื่อภาพ (McTigue, 2011) จะเห็นได้ว่าการทักษะข้างต้นแทรกอยู่ในกระบวนการสร้างแบบจำลองของนักเรียน ซึ่งจะเห็นได้ว่า

การสร้างแบบจำลองและความฉลาดรู้เชิงภาพมีความเกี่ยวเนื่องกัน (Yerlikaya and Yerlikaya, 2016)

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเป็นประโยชน์กับนักเรียนในการใช้ภาพหรือสื่อภาพในการสื่อสารได้อย่างถูกต้อง

คำถามงานวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ควรเป็นอย่างไร
2. ผลการพัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภายหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภายหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ขอบเขตงานวิจัย

1. ด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ประกอบด้วย โครงสร้างและการทำงานของเซลล์ประสาท ศูนย์ควบคุมระบบประสาทของมนุษย์ การทำงานของระบบประสาท อวัยวะรับความรู้สึก

2. ด้านแหล่งข้อมูล

ผู้เข้าร่วมวิจัยคือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 45 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุพรรณบุรี โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งเป็นนักเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอนในรายวิชาชีววิทยา

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

3.2 ความฉลาดรู้เชิงภาพ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความฉลาดรู้เชิงภาพ

ความฉลาดรู้เชิงภาพ หมายถึง ความสามารถในการระบุรายละเอียดของภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทหรือสามารถบอกได้ว่าภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทหมายถึงสิ่งใด (ปรับปรุงจาก Pem, 2019)

1) ระบุภาพ หมายถึงการระบุรายละเอียดของภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทหรือสามารถบอกได้ว่าภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทหมายถึงสิ่งใด

2) ค้นหาภาพหรือสื่อภาพ หมายถึงการได้มาซึ่งภาพด้วยการตัดสินภาพ เลือกภาพที่เหมาะสมที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท

3) เข้าใจภาพหรือสื่อภาพ หมายถึงอธิบายภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท

4) ประเมินภาพ หมายถึงประเมินถึงข้อดีข้อเสียของภาพและตัดสินภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท

5) ใช้ภาพหรือสื่อภาพ หมายถึงใช้ภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทได้ตรงตามจุดประสงค์

6) สร้างสรรค์ภาพ หมายถึงสร้างภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท

7) แยกแยะสิ่งสำคัญจากภาพ หมายถึงอธิบายถึงใจความสำคัญและสื่อสารภาพเกี่ยวกับระบบประสาทให้ผู้อื่นเข้าใจ

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่อเป็นสื่อกลางอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์โดยผ่านกระบวนการ 5 ขั้น ดัดแปลงจาก Gobert and Buckley (2004) คือ

1) สร้างแบบจำลองทางความคิด สรรวจความรู้เดิมของนักเรียนโดยใช้คำถามพร้อมวิดีโอที่เกี่ยวข้อง เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและเชื่อมโยงเนื้อหาเข้าสู่บทเรียน หลังจากนั้นให้นักเรียนวาดภาพแบบจำลองทางความคิดจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้ความรู้เดิมของนักเรียน

2) ประเมินและทบทวนแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่จำเป็นในการสร้างแบบจำลอง โดยเพิ่มเติมความรู้ที่เกี่ยวข้องให้กับนักเรียนโดยใช้วิดีโอที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทเพื่อให้นักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับเนื้อหาใหม่และหลังจากนั้นให้นักเรียนจับกลุ่มเพื่ออภิปรายถึงข้อดีข้อเสียจากภาพวาดที่นักเรียนสร้างขึ้นภายในกลุ่มตนเองและออกมานำเสนอแนวความคิดหน้าชั้นเรียนพร้อมแก้ไขภาพวาดให้สมบูรณ์ที่สุด

3) สร้างแบบจำลอง นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากสื่อที่หลากหลายที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนภายในกลุ่ม และนำข้อมูลที่ได้ไปสร้างแบบจำลองภาพเพื่ออธิบายสถานการณ์ที่กำหนดให้

4) ประเมินแบบจำลอง นักเรียนร่วมกันอภิปรายผ่านการตั้งคำถามเพื่อให้เห็นถึงข้อดีข้อเสียของแบบจำลองภาพที่ตนเองสร้างขึ้นและข้อบกพร่องพร้อมปรับปรุงแก้ไข

5) ขยายแบบจำลอง นำแบบจำลองภาพไปอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้แบบจำลองภาพที่นักเรียนสร้างขึ้น โดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างนักเรียนกับครูและนักเรียนกับนักเรียน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารจากหนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งนำเสนอเป็นแนวทาง ในการวิจัย ดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดสุพรรณบุรี รายวิชาเพิ่มเติม ว33245 ชีววิทยา 5 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.1 วิสัยทัศน์ หลักการ จุดมุ่งหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

1.2 เป้าหมายการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.3 สารและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เกี่ยวข้องกับเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

1.4 รายวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.5 คำอธิบายรายวิชาชีววิทยา 4 โครงสร้างรายวิชาและผลการเรียนรู้

2. ทักษะความฉลาดรู้เชิงภาพ (Visual literacy)

2.1 ความหมายของความฉลาดรู้เชิงภาพ

2.2 ประเภทของความฉลาดรู้เชิงภาพ

2.4 แนวทางการประเมินความฉลาดรู้เชิงภาพ

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Models-based learning)

3.1 ความหมายของแบบจำลอง

3.2 ประเภทของแบบจำลอง

3.3 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

3.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

4.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

1. หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดสุพรรณบุรีและรายวิชาเพิ่มเติม ว33245 ชีววิทยา 5 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.1 วิสัยทัศน์ หลักการ จุดมุ่งหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

วิสัยทัศน์

มุ่งให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองให้มีความรู้คู่คุณธรรม ส่งเสริมด้านวิทยาศาสตร์ ใฝ่เรียนรู้สู่สากล มีทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิต มีจิตสำนึกเพื่อสังคม และอยู่ร่วมกับ ผู้อื่นอย่างมีความสุข

หลักการ

1. จัดหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานสอดคล้องความต้องการท้องถิ่นอย่างมีคุณภาพ
2. จัดหลักสูตรการศึกษาที่พัฒนาผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ บนพื้นฐานความเป็นไทย และมุ่งมั่นสู่ความเป็นสากล

3. จัดหลักสูตรการศึกษาที่เสริมสร้างคุณธรรม จริยธรรม และมีจิตสำนึกเพื่อสังคม

จุดมุ่งหมาย

1. ผู้เรียนได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
2. ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ มีความเป็นไทยและมุ่งสู่ความเป็นสากล

3. ผู้เรียนเป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรสถานศึกษามุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้การ พัฒนาจะ ทำให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการรับและส่งสารมี วัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูล ข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิด สังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่ การสร้างองค์ความรู้ หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผลคุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดย คำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตนักเรียนมีความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี นักเรียนมีความสามารถในการเลือก และใช้ เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ใน ด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

หลักสูตรสถานศึกษามุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุขในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของคุณค่าในการปฏิบัติที่แสดงออกถึงการเป็นพลเมืองดีของชาติธำรงไว้ซึ่งเอกลักษณ์ของความเป็นชาติไทย ศรัทธายึดมั่นในศาสนา และเคารพเทิดทูนสถาบันพระมหากษัตริย์

2. ซื่อสัตย์สุจริต นักเรียนแสดงออกถึงการยึดมั่นในความถูกต้อง และเห็นคุณค่าของการปฏิบัติที่จะนำไปสู่การพัฒนาจิตใจ ประพฤติตรงตามความเป็นจริงต่อตนเองและผู้อื่น ทั้งกาย วาจา ใจ อยู่ร่วมกันอย่างสงบสุขบนพื้นฐานความเป็นจริง

3. มีวินัย นักเรียนแสดงออกถึงการยึดมั่นในข้อตกลง กฎเกณฑ์ และระเบียบข้อบังคับของครอบครัว โรงเรียนและสังคมเป็นปกติวิสัย ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น รู้จักควบคุมตนเองในการปฏิบัติกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง สม่ำเสมอ เพื่อนำไปสู่การดำเนินชีวิตประจำวันอย่างมีแบบแผนและมีคุณภาพชีวิตในอนาคต

4. ใฝ่เรียนรู้ นักเรียนแสดงออกถึงความตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียน แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนอย่างสม่ำเสมอด้วยการเลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสม นำไปสู่การพัฒนาคุณภาพชีวิตได้สอดคล้องกับสภาพจริง

5. อยู่อย่างพอเพียง นักเรียนแสดงออกถึงการดำเนินชีวิตอย่างพอประมาณ มีเหตุผล รอบคอบ มีคุณธรรม มีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี และปรับตัวเพื่ออยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

6. มุ่งมั่นในการทำงาน นักเรียนแสดงออกถึงความตั้งใจและรับผิดชอบในการทำหน้าที การงานด้วยความเพียรพยายาม อดทน รู้จักวางแผนและเลือกแนวปฏิบัติที่จะนำไปสู่จุดมุ่งหมาย ในการเรียนรู้และการทำงานตามหน้าที่ ซึ่งจะส่งผลดีต่อการพัฒนาอาชีพ

7. รักความเป็นไทย นักเรียนแสดงออกถึงความภูมิใจ เห็นคุณค่า ร่วมอนุรักษ์ สืบทอด ภูมิปัญญาไทยขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปวัฒนธรรม ใช้ภาษาไทยในการสื่อสารได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม ตระหนักในหน้าที่และรับผิดชอบต่อในฐานะพลเมืองดีที่มีต่อประเทศชาติสืบทอด เอกลักษณ์ที่แสดงถึงความเป็นไทยเพื่อนำไปสู่ความสงบเรียบร้อยและดำรงไว้ซึ่งความมีอารยะของ ชาติ

8. มีจิตสาธารณะ นักเรียนแสดงออกถึงการมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรือสถานการณ์ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้อื่น ชุมชน และสังคมด้วยความเต็มใจกระตือรือร้น โดยไม่หวังผลตอบแทน รวมทั้งตระหนักและเห็นคุณค่าของการเสียสละเพื่อประโยชน์ส่วนรวมมากกว่าประโยชน์ส่วนตน

1.2 เป้าหมายการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์

2.2.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

2.2.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี

2.2.4 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ไขปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ

2.2.5 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพสิ่งแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

2.2.6 เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิด ประโยชน์ต่อ สังคมและการดำรงชีวิต

2.2.7 เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.3 สารและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เกี่ยวข้องกับเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับรู้สัมผัส

สาระชีววิทยา

ข้อ 4 เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการ ตอบสนองการเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และ พฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.4 รายวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

รายวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายประกอบไปด้วยรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 6 วิชา โดยมีรายละเอียดจำนวนเวลาการสอนและหน่วยกิต ดังนี้

ว31245 ชีววิทยา 1	เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน	1.5 หน่วยกิต
ว31246 ชีววิทยา 2	เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน	1.5 หน่วยกิต
ว32245 ชีววิทยา 3	เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน	1.5 หน่วยกิต
ว32246 ชีววิทยา 4	เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน	1.5 หน่วยกิต
ว33242 ชีววิทยา 5	เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน	1.5 หน่วยกิต
ว33243 ชีววิทยา 6	เวลา 80 ชั่วโมง/ภาคเรียน	2.0 หน่วยกิต

1.5 คำอธิบายรายวิชาชีววิทยา 5 โครงสร้างรายวิชาและผลการเรียนรู้

รายวิชาชีววิทยา 5 รหัส ว33245 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชา

โครงสร้างและการทำงานของระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์และมนุษย์ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต กำเนิดของชีวิต อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ศึกษาแบบประสาธและอวัยวะรับรู้ความรู้สึก การรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวของสัตว์และมนุษย์ เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท สมอและไขสันหลังที่เป็นศูนย์ควบคุมระบบประสาท การทำงานของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติ โครงสร้างและการทำงานของอวัยวะรับรู้ความรู้สึกที่เกี่ยวกับนัยน์ตากับการมองเห็น หูกับการได้ยิน จมูกกับการดมกลิ่น ลิ้นกับการรับรส และผิวหนังกับการรับรู้ความรู้สึก ศึกษาแบบต่อมไร้ท่อโครงสร้างและการทำงานของต่อมไร้ท่อ ฮอรโมนจากต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่สำคัญ การรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอรโมนและฟีโรโมนในสัตว์ ศึกษาพฤติกรรมของสัตว์ กลไกการเกิดพฤติกรรมของสัตว์ พฤติกรรมเป็นมาแต่กำเนิดและพฤติกรรมเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมกับพัฒนาการของระบบประสาท การสื่อสารระหว่างสัตว์โดยใช้เสียง ท่าทาง และสารเคมี การเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ ผลของความหลากหลายทางชีวภาพและเทคโนโลยีชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม กระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติและผลของกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติต่อความหลากหลายทางชีวภาพ คุณภาพของระบบนิเวศการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตทรัพยากรธรรมชาติและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมและปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งแนวทางในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติตลอดจนการอนุรักษ์และ

สิ่งแวดล้อมและพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูลการสังเกต การวิเคราะห์การทดลองการอภิปรายการ อธิบายและสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ความคิดความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่ เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง ดูแลรักษาสสิ่งมีชีวิตอื่น ฝึกระวังและพัฒนาสิ่งแวดล้อม อย่างยั่งยืน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยม

ผลการเรียนรู้

1. อภิปรายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่างความ หลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ
2. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว
3. อธิบายลักษณะสำคัญและยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์
4. อธิบายและยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อย และ วิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับขั้นสปีชีส์
5. สร้างไดโคโทมัสคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิต หรือตัวอย่างที่กำหนดออกเป็นหมวดหมู่
6. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ของระบบประสาทของ ไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง
7. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ประสาท
8. อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ประสาทและกลไก การถ่ายทอดกระแสประสาท
9. อธิบายและสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบ นอก
10. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ในสมองส่วนหน้า สมอง ส่วนกลาง สมองส่วนหลัง และไขสันหลัง
11. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการทำงานของระบบประสาทโซ มาติกและระบบประสาทอัตโนมัติ
12. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังของมนุษย์ ยกตัวอย่างของโรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และบอกแนวทางในการดูแลป้องกัน และรักษา
13. สังเกตและอธิบายการหาตำแหน่งของจุดยอด โพเวีย และความไวในการสัมผัสของ ผิวหนัง
14. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการ เคลื่อนที่ของแมงกะพรุน หมึก ดาวทะเล ไส้เดือนดิน แมลง ปลา และนก

15. สืบค้นข้อมูลและอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์
16. สังเกตและอธิบายการทำงานของข้อต่อชนิดต่าง ๆ และการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ของมนุษย์
17. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่าง การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศในสัตว์
18. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์เพศชายและระบบสืบพันธุ์เพศหญิง
19. อธิบายกระบวนการสร้างสเปิร์มและกระบวนการสร้างเซลล์ไข่ และการปฏิสนธิในมนุษย์
20. อธิบายการเจริญเติบโตระยะเอ็มบริโอและระยะหลังเอ็มบริโอของกบ ไก่ และมนุษย์
21. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนผัง สรุปหน้าที่ของฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อและเนื้อเยื่อ ที่สร้างฮอร์โมน
22. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างพฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิดและพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ของสัตว์
23. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมกับวิวัฒนาการของระบบประสาท
24. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการสื่อสารระหว่างสัตว์ที่ทำให้สัตว์แสดงพฤติกรรม
25. วิเคราะห์ อธิบาย และยกตัวอย่างกระบวนการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ
26. อธิบาย ยกตัวอย่างการเกิดไบโอแมกนิฟิเคชันและบอกแนวทางในการลดการเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน
27. สืบค้นข้อมูล และเขียนแผนภาพเพื่ออธิบายวัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถันและวัฏจักรฟอสฟอรัส
28. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบายลักษณะของไบโอมที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ บนโลก
29. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง อธิบาย และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิและการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ
30. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ยกตัวอย่างและสรุปเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของประชากรของสิ่งมีชีวิตบางชนิด

31. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการเพิ่มของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียลและการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก

32. อธิบายและยกตัวอย่างปัจจัยที่ควบคุมการเติบโตของประชากร

33. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาการขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการวางแผนการจัดการน้ำและการแก้ไขปัญหา

34. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรดิน และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา

35. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรดิน และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ปัญหา

36. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาผลกระทบที่เกิดจากการทำลายป่าไม้ รวมทั้งเสนอแนวทางในการป้องกันการทำลาย ป่าไม้และการอนุรักษ์ป่าไม้

37. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาผลกระทบที่ทำให้สัตว์ป่ามีจำนวนลดลง และแนวทางในการอนุรักษ์สัตว์ป่า

ตาราง 1 แสดงโครงสร้างรายวิชาและจำนวนชั่วโมงเรียนในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 5 (ว33245) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ลำดับที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
1	ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก	ข้อที่ 7-13	สัตว์ส่วนใหญ่มีระบบประสาท ทำให้สามารถรับรู้ และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ เช่น ไฮดรา มีร่างแหพลาสมาเรีย ไล่เดือนดิน กุ้ง หอย และสัตว์ เซลล์ประสาทจำแนกออกเป็น 2 ประเภทคือจำแนกตามหน้าที่ และจำแนกตามรูปร่าง กระแสนประสาทเกิดจากการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้า ระบบประสาทของมนุษย์แบ่ง	12	16

ลำดับที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
			ได้เป็น ๒ ระบบ ตามตำแหน่งและโครงสร้าง คือ ระบบประสาทส่วนกลาง ได้แก่ และระบบประสาทรอบนอก สมองแบ่งออกเป็น ๓ ส่วน คือ สมองส่วนหน้าสมองส่วนกลาง และสมองส่วนหลัง โดยมีเส้นประสาทที่แยกออกจากสมอง ๑๒ คู่ ไปยังอวัยวะต่าง ๆ ไขสันหลังเป็นคู่ ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผล การตอบสนองโดยไขสันหลัง ระบบประสาทรอบนอกส่วนที่สั่งการแบ่งเป็นระบบประสาทโซมาติก ระบบประสาทอัตโนวัติ แบ่งการทำงานเป็น ๒ ระบบระบบประสาทซิมพาเทติก และระบบประสาทพาราซิมพาเทติก ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เป็นอวัยวะรับความรู้สึก		
2	การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต	ข้อที่ 14-16	สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิดเคลื่อนที่โดยการไหลของไซโทพลาซึม บางชนิดใช้แฟลเจลลัมหรือซิเลีย ในการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น แมงกะพรุน หมึกเคลื่อนที่ ไล่เดือนดิน แมลง การเคลื่อนที่ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง ปลา นก มนุษย์	6	8

ลำดับที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
			กล้ามเนื้อในร่างกายมนุษย์ แบ่งออกเป็น กล้ามเนื้อโครงร่าง กล้ามเนื้อหัวใจ และกล้ามเนื้อเรียบ		
3	ระบบต่อมไร้ท่อ	ข้อที่ 21	ฮอร์โมนผลิตจากต่อมไร้ท่อหรือเนื้อเยื่อ โดยต่อมไร้ท่อ การลำเลียงฮอร์โมนออกจากต่อมจึงถูกลำเลียงโดยระบบหมุนเวียนเลือดไปยังอวัยวะเป้าหมายที่จำเพาะเจาะจง ส่วนที่สร้างฮอร์โมนได้แก่ต่อมไพเนียล ต่อมใต้สมองส่วนหน้า ต่อมใต้สมองส่วนหลัง ต่อมไทรอยด์ ต่อมพาราไทรอยด์ ตับอ่อน ต่อมหมวกไตส่วนนอก ต่อมหมวกไตส่วนใน อัณฑะมีกลุ่มเซลล์ รังไข่ เนื้อเยื่อบางบริเวณของอวัยวะ เช่น รก ไหม้ส กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก การควบคุมการหลั่งฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อ มีทั้งการควบคุมแบบป้อนกลับยับยั้ง และการควบคุมแบบป้อนกลับกระตุ้น ฟีโรโมนเป็นสารเคมีที่ผลิตจากต่อมมีท่อของสัตว์ซึ่งส่งผลต่อสัตว์ตัวอื่นที่เป็นชนิดเดียวกัน	9	10
4	ระบบสืบพันธุ์และ	ข้อที่ 17-20	การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของสัตว์เป็นการสืบพันธุ์ที่ไม่มีการ	9	10

ลำดับที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
	การเจริญเติบโต		รวมของเซลล์สืบพันธุ์ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของสัตว์เป็นการสืบพันธุ์ที่เกิดจากการรวมนิวเคลียสของเซลล์สืบพันธุ์ซึ่งมีทั้งการปฏิสนธิภายนอกและการปฏิสนธิภายใน การสืบพันธุ์ของมนุษย์มีกระบวนการสร้างสเปิร์มและไข่ อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศชายประกอบด้วย อัณฑะและมีโครงสร้างอื่น ๆ อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศหญิงประกอบด้วย รังไข่ ท่อนำไข่ มดลูก และช่องคลอด กระบวนการสร้างสเปิร์มเริ่มต้นจากสเปิร์มาโทโกเนียม จากนั้นพัฒนาเป็นสเปิร์ม กระบวนการสร้างเซลล์ไข่เริ่มจากโอโอโกเนียมแล้วพัฒนาเป็นเซลล์ไข่ การปฏิสนธิเกิดขึ้นภายในท่อนำไข่ได้ไซโกตซึ่งจะเจริญเป็นเอ็มบริโอและไปฝังตัวที่ผนังมดลูก จนกระทั่งครบกำหนดคลอด การเจริญเติบโตของสัตว์ เช่น กบ ไก่ และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม การเกิดเนื้อเยื่อเอ็มบริโอ 3 ชั้น คือ เอกโทเดิร์ม เมโซเดิร์ม และเอนโดเดิร์ม		

ลำดับที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
5	พฤติกรรมของสัตว์	ข้อที่ 22-24	พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการแสดงพฤติกรรม พฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิด แบ่งออกได้เป็นหลายชนิด เช่น โอเรียนเตชัน (แทกซิสและไคนีซิส) รีเฟล็กซ์ และฟิกแอกชันแพทเทิร์น พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ แบ่งได้เป็น แฮบบิซเชชัน การฝังใจ การเชื่อมโยง (การลองผิดลองถูกและการมีเงื่อนไข) และการใช้เหตุผล การสื่อสารเป็นพฤติกรรมทางสังคมแบบหนึ่งซึ่งมีหลายวิธี เช่น การสื่อสารด้วยท่าทาง การสื่อสารด้วยเสียง การสื่อสารด้วยสารเคมี และการสื่อสารด้วยการสัมผัส	6	8
6	ความหลากหลายทางชีวภาพ	ข้อที่ 1-6	ความหลากหลายทางชีวภาพประกอบด้วย ความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และ ความหลากหลายของระบบนิเวศ กระบวนการเกิดเซลล์โพคาริโอตและเซลล์ยูคาริโอต แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตพวก โพคาริโอต ผนังเซลล์มี โพทิสต์เป็นสิ่งมีชีวิตพวกยูคา	9	10

ลำดับที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
			รีโอต มีลักษณะหลากหลาย สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่ยังไม่พัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ พืชเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ พวุกยูคาริโอต มีผนังเซลล์ซึ่งมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ มีวัฏจักรชีวิตแบบสลับ พืชสร้างอาหารเองได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ฟังไจเป็นสิ่งมีชีวิตพวุกยูคาริโอต เซลล์ของฟังไจยังไม่พัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ ดำรงชีวิตแบบผู้สลายสารอินทรีย์หรือแบบปรสิต สัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ พวุกยูคาริโอตไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ต้องได้รับอาหารจากภายนอก ในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ต้องมีการปฏิสนธิระหว่างอสุจิและไข่ การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่เป็นลำดับขั้นต่าง ๆ เริ่มจากหมวดหมู่ใหญ่แล้วแบ่งเป็นหมวดหมู่ย่อย มีดังนี้ คิงดอม ไฟลัม คลาส ออร์เดอร์ แฟมิลี จินัส และสปีชีส์ ชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตในลำดับขั้น สปีชีส์ที่ตั้งขึ้นตาม		

ลำดับที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
			ระบบทวินาม ไดโคโทมัสคีย์เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อระบุหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตลำดับชั้นต่าง ๆ โดเมนประกอบด้วย แบคทีเรีย อาร์เคีย และยูคาริโอตา		
7	ระบบนิเวศ และ ประชากร	ข้อที่ 25-37	ระบบนิเวศจะดำรงอยู่ได้ต้องมี กระบวนการต่าง ๆ เกิดขึ้น กระบวนการที่สำคัญ ได้แก่ การถ่ายทอดพลังงาน และการหมุนเวียนสาร การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศสามารถแสดงได้ด้วย แผนภาพที่เรียกว่า โซ่อาหาร สายใยอาหารและ พีระมิดทางนิเวศวิทยา การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศบางครั้งอาจทำให้มีสารพิษสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตด้วยเรียกว่า การเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน สารต่าง ๆ ในระบบนิเวศมีการหมุนเวียนเกิดขึ้นอย่างเป็นวัฏจักร เช่น วัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส ไบโอมคือระบบนิเวศขนาดใหญ่ที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ บนโลก เช่น ไบโอมทุนดรา ไบโอมสะวันนา การเปลี่ยนแปลงแทนที่ทาง	6	8

ลำดับที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
			นิเวศวิทยา มีทั้งการเปลี่ยนแปลง แทนที่แบบปฐมภูมิและการ เปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ ประชากรของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด มีลักษณะหลายประการที่เป็น ลักษณะเฉพาะ เช่น ขนาดของ ประชากร ความหนาแน่นของ ประชากร การกระจายตัวของ สมาชิกในประชากร โครงสร้าง อายุของประชากร อัตราส่วน ระหว่างเพศ อัตราการเกิดและ อัตราการตาย การอพยพเข้าการ อพยพออกของประชากร และการ รอดชีวิตของสมาชิกที่มีอายุต่างกัน การเพิ่มของประชากรแบ่งเป็น การเพิ่มประชากรแบบเอ็กโพเนน เชียล การเพิ่มประชากรแบบลอจิส ติก ปัญหาที่เกิดขึ้นกับทรัพยากรน้ำ ส่วนใหญ่เกิดจากการปล่อยน้ำที่ ผ่านการใช้ประโยชน์จากกิจกรรม ต่าง ๆ ของมนุษย์และยังไม่ได้รับ การบำบัดลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้เกิด มลพิษทางน้ำ การตรวจสอบคุณภาพน้ำนิยม ใช้การหาค่าปริมาณออกซิเจนที่ ละลายน้ำ และค่าปริมาณ ออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ใน		

ลำดับที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
			การย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ การปนเปื้อนของสารเคมี ฟุ้งละออง และจุลินทรีย์ต่าง ๆ ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งเกิดได้ทั้งจากธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ การจัดการทรัพยากรอากาศควรประกอบด้วยการกำหนดนโยบาย และวางแผนงานเพื่อป้องกันและแก้ไข รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการดูแลรักษาคุณภาพอากาศ มลพิษทางดินและปัญหาความเสื่อมโทรมของดินส่วนใหญ่มีสาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ ควรการจัดการทรัพยากรดินเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด พื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงอาจมีสาเหตุมาจากธรรมชาติ เช่น ไฟป่า แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด หรืออาจมีสาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อครอบครองที่ดินการเผาป่า การทำเหมืองแร่ การจัดการทรัพยากรป่าไม้ควรจัดการให้มีทรัพยากรป่าไม้คงอยู่อย่างยั่งยืนหรือเพิ่มขึ้น การลดจำนวนลงของสัตว์ป่า		

ลำดับที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
			เป็นผลเนื่องมาจากการกระทำของมนุษย์เป็นส่วนใหญ่ คือ การจัดการทรัพยากรสัตว์ป่า ควรมีการดำเนินการให้พื้นที่ป่า ไม่เพื่อการอยู่อาศัยอย่างเพียงพอ รวมทั้งการไม่ทำร้ายสัตว์ป่าหรือ ทำให้สัตว์ป่าลดจำนวนลง รวมทั้ง การปลูกจิตสำนึกให้ช่วยกัน อนุรักษ์		
	ระหว่างภาคเรียน			57	70
	สอบปลายภาค			3	30
		รวม		60	100

2. ความฉลาดรู้เชิงภาพ (Visual literacy)

2.1 ความหมายของความฉลาดรู้เชิงภาพ

Metros (2008) ได้นิยามความหมายของความฉลาดรู้เชิงภาพ คือ ความสามารถในการแปลความ (decode) และตีความจากสารภาพ (visual message) และสามารถสร้างรหัส (encode) และเรียบเรียงข้อความให้เป็นภาพที่สามารถสื่อความหมายได้

Association of College & Research Libraries (ACRL) (2011) ได้นิยามความหมายของความฉลาดรู้เชิงภาพ คือ ความสามารถในการ ค้นหา ตีความ ประเมิน ใช้และสร้างสรรค์ภาพ และสื่อโสตทัศน์

Hughes et al. (2008, as cited in Pem, 2019) ได้นิยามความหมายของความฉลาดรู้เชิงภาพ คือ สามารถให้ความหมายจากภาพ วิเคราะห์ ประเมิน ตัดสินใจเกี่ยวกับการมองเห็น

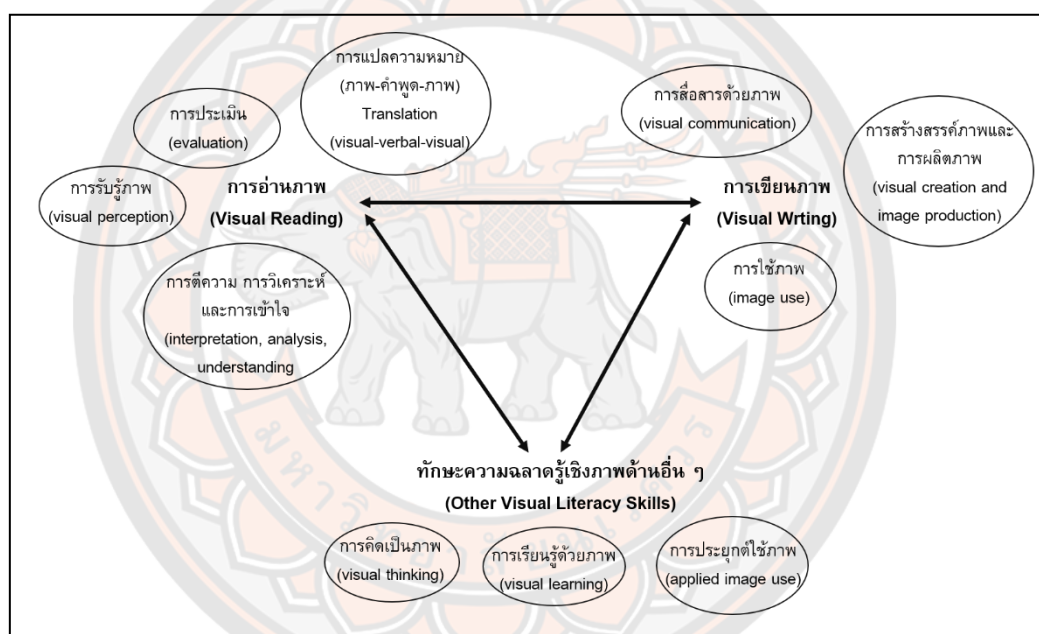
International Visual Literacy Association (IVLA) (2020) ได้นิยามความหมายของความฉลาดรู้เชิงภาพ คือ ความสามารถในการอ่าน เขียนและสร้างสรรค์ภาพ สามารถประยุกต์ใช้เกี่ยวกับภาษา การสื่อสารและการมีปฏิสัมพันธ์

ธนยา (2559) ได้นิยามความหมายของความฉลาดรู้เชิงภาพ คือ ความสามารถในการสร้างความหมายจากภาพด้วยการเห็น เข้าใจ คิด สร้างสรรค์ และสื่อสารผ่านภาพ

ลียานา และนิสากร (2562) ได้นิยามความหมายของความฉลาดรู้เชิงภาพ คือ เป็นความสามารถในการตีความ และการให้ความหมายจากข้อมูลภาพหรือข้อความ การอ่านภาพประกอบด้วยกลุ่มทักษะหลายด้าน เช่น การใช้ความรู้เดิมที่มี การตั้งคำถาม การวิเคราะห์และคาดเดา การหาข้อเท็จจริง และการจำแนก ทักษะทางการคิดจึงเกิดจากความสามารถในการอ่านภาพ และแสดงความคิดเห็น ความรู้สึก สื่อสารผ่านกระบวนการอ่านหรือพูดนั่นเอง

จากการให้ความหมายของความฉลาดรู้เชิงภาพข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ความฉลาดรู้เชิงภาพ คือ ความสามารถในการหาความหมาย วิเคราะห์ ตีความ ประเมินและสร้างสรรค์ภาพเพื่อใช้ในการอ่าน เขียนและคิดเป็นภาพ

2.2 ประเภทของความฉลาดรู้เชิงภาพ



ภาพ 1 ประเภทของความฉลาดรู้เชิงภาพ

(ดัดแปลงจาก Kedra, 2018)

Kedra (2018) ได้แบ่งประเภทของความฉลาดรู้เชิงภาพไว้ดังนี้

1) การอ่านภาพ (visual reading) ประกอบไปด้วย ความรู้เกี่ยวกับไวยากรณ์และความสัมพันธ์ทางไวยากรณ์ การแปลความหมาย (ภาพ-คำพูด-ภาพ) การประเมิน การรับรู้ภาพ การตีความ การวิเคราะห์และการเข้าใจ

2) การเขียนภาพ (visual writing) ประกอบไปด้วย การสื่อสารด้วยภาพ การสร้างสรรค์ภาพและการผลิตภาพ การใช้ภาพ

3) ความฉลาดรู้เชิงภาพด้านอื่น ๆ (other visual literacy skills) ประกอบไปด้วย การคิดเป็นภาพ การเรียนรู้ด้วยภาพ และการประยุกต์ใช้ภาพ

2.3 แนวทางการประเมินความฉลาดรู้เชิงภาพ

Arneson and Offerdahl (2018) ได้ศึกษาการประเมินความฉลาดรู้เชิงภาพโดยยึดแนวทางการประเมินที่สอดคล้องกับระดับการเรียนรู้พุทธิพิสัยของบลูม ดังตาราง 2 (ปรับปรุงจาก Arneson and Offerdahl, 2018)

ตาราง 2 ระดับการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยของบลูมที่ปรับเปลี่ยนใหม่ (Bloom's Taxonomy Revised) ที่สอดคล้องกับพฤติกรรมของความฉลาดรู้เชิงภาพ

การรับรู้	ทักษะ	พฤติกรรมของความฉลาดรู้เชิงภาพ
ความจำ	ความจำ (Memorize)	- ระบุงค์ประกอบของภาพ
	จำได้ (Recognize)	- ระบุงกระบวนการทดลองหรือวิธีที่เป็นตัวแทน
	ระลึก (Recall)	- ระบุงขั้นตอนเป็นแผนผัง
	การกู้คืน (Retrieve)	- ให้ความหมายของตัวย่อหรือสัญลักษณ์
		- ขั้นตอนของสมการ
ความเข้าใจ		- ระบุงโครงสร้างหรือคุณสมบัติ
	เข้าใจ (Understand)	- คาดการณ์จากสถานการณ์ได้อย่างชัดเจน
	ตีความ (Interpret)	- เปรียบเทียบภาพจากการมองเห็น
	สรุป (Infer)	- สรุปสิ่งที่ได้มองเห็น
	ยกตัวอย่าง (Exemplify)	- จำแนกประเภทตามคุณสมบัติ
การประยุกต์ใช้	จำแนก (Classify)	
	ทำตามขั้นตอน (Execute)	- คำนวณการแก้ปัญหา
	ใช้งาน (Implement)	- ร่างกราฟจากข้อมูล
	ประยุกต์ใช้ (Apply)	- วาดแบบการคาดการณ์ของผลลัพธ์
		- ทำนายว่าอะไรจะเกิดขึ้นถ้าตัวแปรหนึ่งเปลี่ยนไป
วิเคราะห์		- แปลข้อมูลให้เป็นตัวแทนของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง
	แยกความแตกต่าง (Differentiate)	- ตัดสินใจเกี่ยวกับ มโนทัศน์ โดยการเปรียบเทียบกับรูปแบบ
	จำแนก (Discriminate)	- สรุปความเกี่ยวข้องของชีววิทยาหรือชีวเคมี

การรับรู้	ทักษะ	พฤติกรรมของความฉลาดรู้เชิงภาพ
	จัดระเบียบ (Organize)	- คัดการณ์รูปแบบที่เปลี่ยนแปลงเมื่อหลาย ๆ
	เชื่อมโยง (Integrate)	คุณสมบัติเปลี่ยน
	แยกแยะ (Deconstruct)	- กำหนดวัตถุประสงค์ของรูปแบบ
	ให้เหตุผล (Attribute)	- ความแตกต่างระหว่างความเกี่ยวข้องและความไม่เกี่ยวข้องของข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย
การประเมิน	ตรวจสอบ (Check)	- ตัดสินใจเพื่อดูว่าข้อมูลสนับสนุนข้อสรุปหรือ
	การประสานงาน (Coordinate)	สมมติฐาน
	วิจารณ์ (Critique)	- ตัดสินว่ารูปแบบของสิ่งหนึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่สามารถแยกแยะสิ่งหนึ่งหรือหลาย ๆ สิ่งหา
	ตัดสิน (Judge)	รูปแบบที่แยกแยะจากสิ่งอื่น
	สำรวจ (Test)	- ตัดสินข้อตกลงหรือประเภทของนามธรรมที่ควรถูกใช้ในการถ่ายทอดข้อมูล
		- เห็นความแตกต่างสองวิธีที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา
		- วิเคราะห์สิ่งที่มีอยู่ของรูปแบบบนพื้นฐานของกฎทางชีววิทยา/ชีวเคมี
		- ประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบ
สังเคราะห์	สร้างขึ้น (Generate)	- สร้างสมมติฐานจากรูปแบบที่หลากหลาย
	สร้างสมมติฐาน (Hypothesize)	- หาหลักฐานในการสร้างข้อโต้แย้งสำหรับการสรุป/สมมติฐาน
	วางแผน (Plan)	- ออกแบบแผนเพื่อรวบรวมหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
	ออกแบบ (Design)	- ปรับข้อมูลหรือเชื่อมโยงมโนทัศน์เพื่อสร้างแบบจำลองใหม่
	สร้าง (Construct)	- พัฒนาแผนเพื่อแก้ปัญหาโดยการเลือกสมการและตัวแปรที่เหมาะสม
	ปรับใหม่ (Reorganize)	- สร้างทางเลือกเพื่อนำเสนอข้อมูล
	ผลิต (Produce)	

Trumbo (1999, p. 415) ได้แบ่งกลุ่มความฉลาดรู้เชิงภาพเป็น 3 ประเภทคือ การคิดเป็นภาพ (visual thinking) การเรียนรู้เชิงภาพ (visual learning) และ การสื่อสารเชิงภาพ (visual communication) และได้ระบุพฤติกรรมของแต่ละประเภทได้ดังนี้

การคิดเป็นภาพ

1) อภิปัญญา

- การรับรู้ถึงกระบวนการคิดเป็นภาพ
- คิดเกี่ยวกับภาพหรือตัวแทน
- คิดหาความหมายในภาพหรือตัวแทน
- คิดเป็นภาพแทนการกระทำในโลกแห่งความเป็นจริง

2) คิดอย่างสร้างสรรค์และมีวิจารณ์ญาณ

- จัดจำและขยายรูปแบบ
- แบบฐานปัญญา
- มีความคิดที่ยืดหยุ่นและมีความคล่องแคล่ว
- นวัตกรรมและความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เหมือนใคร
- การคิดเชิงวิเคราะห์และการคิดอย่างมีเหตุผล

3) กระบวนการคิดเป็นภาพ

- บทบาทของตาและสมองที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการรับรู้ทางสายตา
- ธรรมชาติของจิตสำนึกและความคิด
- การรับรู้เชิงภาพและองค์ประกอบ
- ความสามารถในการตีความสื่อภาพ
- ระบบที่เกี่ยวข้องกับการประเมินสื่อภาพ

4) ทักษะการคิดเป็นภาพ

- ทักษะการรับรู้
- ทักษะจิตภาพทางความคิด
- ความรู้สึทางด้านสุนทรียภาพ

5) ความรู้ด้านเนื้อหาและการคิดเป็นภาพ

- ความรู้เกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์และการเป็นตัวแทน
- ความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์และเครื่องหมายใช้ในสาขาวิชา
- ความรู้เกี่ยวกับสื่อภาพที่ใช้สื่อสารภายในสาขาวิชา

การเรียนรู้เชิงภาพ

1) ความรู้

- ใช้สื่อภาพเพื่อแสดงถึงแนวคิด
- ใช้สื่อภาพเป็นภาษาที่มองเห็นได้
- จัดระเบียบแนวคิดหรือกระบวนการผ่านสื่อภาพ

2) ความเข้าใจ

- ความสามารถในการตีความสื่อภาพ
- ความสามารถในการแสดงความเข้าใจโดยใช้สื่อภาพ

3) การนำไปใช้

- ใช้สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์
 - ใช้แผนผังความคิด กราฟ แผนภาพและสื่อภาพอื่น ๆ
 - เลือกใช้สื่อภาพที่เหมาะสม
 - การพัฒนาทักษะที่ได้มา
 - ใช้กฎของการออกแบบและการรับรู้
 - ประยุกต์ใช้วิธีที่เหมาะสมขอสื่อภาพ
- ### 4) การสังเคราะห์
- ใช้สื่อภาพเพื่อแสดงถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - รวมข้อความหรือการบรรยายและแสดงสื่อภาพ
 - ใช้สื่อภาพเป็นส่วนหนึ่งของการร่วมมือหรือการบูรณาการ
 - ใช้สื่อภาพเป็นเครื่องมือในการโต้ตอบ
 - สำนวรสุนทรียภาพ เทคนิคหรือความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสื่อภาพ

5) กระประเมินผล

- สร้างคำตัดสินบนพื้นฐานของสื่อภาพ
- ประเมินความเป็นไปได้ในการใช้สื่อภาพ
- ประเมินประสิทธิภาพของสื่อภาพ

การสื่อสารเชิงภาพ

1) แหล่งที่มาของสารที่ผู้สื่อสารหรือผู้ส่งสารสื่อสาร

- นักวิทยาศาสตร์
- องค์กรวิทยาศาสตร์

2) สาร-ข้อมูล

- แนวคิดที่ต้องการสื่อสาร

3) กระบวนการออกแบบและกระบวนการสร้างสื่อภาพ

- กำหนดปัญหา
- วิเคราะห์ข้อมูล
- สร้างแนวคิดทางภาพที่เป็นไปได้
- เลือกรูปแบบและแบบที่เหมาะสม
- แสดงตัวแทนของแนวคิดและพัฒนาารูปแบบ
- กลั่นกรองรูปแบบ
- ประเมินประสิทธิภาพของสื่อภาพ

4) ลักษณะของสื่อกลาง - ช่องทางที่มีการส่งผ่านข้อมูลรวมถึงคุณสมบัติทางเทคนิคและคุณภาพของช่องทางนั้น

- เนื้อหา
- สารคดี-วารสาร มานุษยวิทยาทัศน์ ข้อมูลด้านสารสนเทศ ข้อมูลด้านการ
- ออกแบบ
- โฆษณาที่โน้มน้าวใจ ประชาสัมพันธ์ ข้อมูลสาธารณะ
- การแสดงออกทางศิลปะ
- ความบันเทิง-นิยาย เกม
- บทบาท
- มุมมองทางประวัติศาสตร์
- การเข้าถึงและความสามารถในการใช้งาน
- การใช้งานและผลกระทบ
- คุณภาพทางเทคนิค
- ศักยภาพด้านประสาทสัมผัส
- ศักยภาพด้านสุนทรีย์
- ข้อจำกัดทางเทคโนโลยีและเทคนิค
- ศักยภาพเชิงโต้ตอบและการปรับตัว

5) ผู้รับฟัง-ผู้คนที่ซึ่งรับสาร

- การรับสาร
- การตีความการรับรู้เชิงภาพของสาร
- ความเข้าใจในสาร
- ตอบสนองต่อสาร

นอกจากนี้ในมาตรฐานแกนกลางการศึกษาของรัฐบาล (Common Core State Standards) ในประเทศอเมริกา ยังได้มีได้มีการกำหนดการรู้เชิงภาพไว้ดังนี้

- บุรณาการข้อมูลที่น่าเสนอในเชิงภาพ (visual information) (แผนผัง กราฟ ภาพถ่าย วิดีโอ หรือแผนที่ เป็นต้น) กับข้อมูลอื่น ๆ ในรูปแบบของสิ่งพิมพ์ ในระดับเกรด 6-8

- บุรณาการและประเมินเนื้อหาที่น่าเสนอในรูปแบบของสื่อที่หลากหลายรวมถึงภาพและข้อมูลที่เป็นปริมาณรวมถึงคำ ในระดับเกรด 12

และตามหลักสูตรของประเทศออสเตรเลีย (General Capabilities in the Australian Curriculum) ได้กำหนดการรู้ภาษาภาพไว้ดังตาราง 3 (ที่มา: General Capabilities in the Australian Curriculum, 2013 อ้างถึงใน ชันยา, 2559)

ตาราง 3 แสดงลำดับขั้นของความฉลาดรู้เชิงภาพ

เมื่อจบ ชั้น ป. 1 (year 1) อายุ 6-7 ปี นักเรียน สามารถ	เมื่อจบ ชั้น ป. 2 (year 2) อายุ 7-8 ปี นักเรียน สามารถ	เมื่อจบ ชั้น ป. 4 (year 4) อายุ 9-10 ปี นักเรียน สามารถ	เมื่อจบ ชั้น ป. 6 (year 6) อายุ 11-12 ปี นักเรียน สามารถ	เมื่อจบ ชั้น ม. 2 (year 8) อายุ 13-14 ปี นักเรียน สามารถ	เมื่อจบ ชั้น ม. 4 (year 10) อายุ 15-16 ปี นักเรียน สามารถ
ความสามารถในการเข้าใจวิธีการสร้างความหมายของภาพ					
จดจำความแตกต่างของคำและภาพในวรรณกรรมประเภทบันเทิงคดีและสารคดี	อธิบายว่าภาพช่วยเพิ่มเติม ขัดแย้ง หรือ ขยายความ หมายของคำ จาก สิ่งทีอ่าน และ เปรียบเทียบ ภาพ ประกอบกับ ตัวอักษร	ระบุผลของ การเลือกใช้ องค์ประกอบ ใน การสร้าง ภาพ รวมทั้ง กรอบภาพ (Framing) และ องค์ประกอบ ของภาพ (Composition)	อธิบายวิธีการ วิเคราะห์ภาพ เช่น รูปภาพ แผนภาพ ตาราง แผนที่ กราฟ เป็น ต้นๆ ช่วยใน การเข้าใจ ข้อมูล ข้อเท็จจริง จากสื่อ	วิเคราะห์ องค์ประกอบ ภาพ ที่ แตกต่างกัน ซึ่ง ส่งผลต่อ ผู้อ่าน และ วิเคราะห์วิธีที่ ภาพจากสื่อ เช่น โฆษณา หรือสื่อที่ ให้ ความรู้ถึงสื่อ อื่น เพื่อสร้าง	ประเมินผล กระทบของ การ เลือกใช้ องค์ประกอบ ต่างๆ ในการ สร้าง ภาพ รวมทั้งภาพ สัญลักษณ์ การ เคลื่อน กล้องหรือ ปรับเปลี่ยน แสง เพื่อให้

เมื่อจบ ชั้น ป. 1 (year 1) อายุ 6-7 ปี นักเรียน สามารถ	เมื่อจบ ชั้น ป. 2 (year 2) อายุ 7-8 ปี นักเรียน สามารถ	เมื่อจบ ชั้น ป. 4 (year 4) อายุ 9-10 ปี นักเรียน สามารถ	เมื่อจบ ชั้น ป. 6 (year 6) อายุ 11-12 ปี นักเรียน สามารถ	เมื่อจบ ชั้น ม. 2 (year 8) อายุ 13-14 ปี นักเรียน สามารถ	เมื่อจบ ชั้น ม. 4 (year 10) อายุ 15-16 ปี นักเรียน สามารถ
ความสามารถในการเข้าใจวิธีการสร้างความหมายของภาพ					
				ความ หมาย เพิ่มเติม	เกิดความ แตกต่าง
ตัวอย่าง ระบุ ชื่อสิ่งต่าง ๆ จากคำและ ภาพในสื่อ	ตัวอย่าง ระบุ ชื่อสิ่งต่าง ๆ และเพิ่มเติม ข้อมูลที่ นำเสนอ ผ่าน ภาพ	ตัวอย่าง: ระบุ ความสัมพันธ์ ของ องค์ประกอบ ในภาพ	ตัวอย่าง เลือกกราฟ เพื่อนำ เสนอ ข้อมูล	ตัวอย่าง อธิบาย ผลกระทบ จากภาพ	ตัวอย่าง: ระบุ ภาพที่มี ประสิทธิภาพ ที่สุดใน รายงาน

Kedra (2018) ได้ให้ความหมายของความฉลาดรู้เชิงภาพ โดยแบ่งความฉลาดรู้เชิงภาพเป็น 3 ประเภทคือ การอ่านภาพ (visual reading) การเขียนภาพ (visual writing) ทักษะความฉลาดรู้เชิงภาพด้านอื่น ๆ (other visual literacy skills) ดังนี้

ตาราง 4 พฤติกรรมความฉลาดรู้เชิงภาพด้านการอ่านภาพ

การอ่านภาพ (Visual reading)				
การตีความ การวิเคราะห์และ เข้าใจ (interpretation, analysis, understanding)	การรับรู้ภาพ (visual perception)	การประเมิน (evaluation)	มีความรู้เรื่อง ไวยากรณ์และ รูปประโยค (knowledge of grammar and syntax)	การแปล ความหมาย: ภาพ-คำพูด-ภาพ (translation: visual-verbal- visual)
- ตีความการ	- แยกแยะการ	- ประเมินข้อมูล	- ความเข้าใจ	- แปลภาษาภาพ

การอ่านภาพ (Visual reading)				
การตีความ การวิเคราะห์และ เข้าใจ (interpretation, analysis, understanding)	การรับรู้ภาพ (visual perception)	การประเมิน (evaluation)	มีความรู้เรื่อง ไวยากรณ์และ รูปประโยค (knowledge of grammar and syntax)	การแปล ความหมาย: ภาพ-คำพูด-ภาพ (translation: visual-verbal- visual)
กระทำ วัตถุและ สัญลักษณ์ที่ มองเห็น - อ่านภาพที่สร้าง ขึ้นมาเพื่อการ สื่อสารได้ - เข้าใจ (อ่าน) ภาพหรือสิ่งที่สื่อออก มาผ่านการมองเห็น - เข้าใจภาพในสื่อ ต่าง ๆ ที่ หลากหลาย - ความสามารถในการ เรียนรู้เกี่ยวกับ การตีความการ สื่อสารด้วยภาพ ผ่านสัญลักษณ์ - การตีความข้อมูล ของสื่อและ สื่อสารมวลชนที่ เป็นภาพ - รับรู้ความหมาย	กระทำ วัตถุและ สัญลักษณ์ที่ มองเห็นได้ - เข้าใจและ เพลิดเพลนใน งานที่เกี่ยวข้องกับ การสื่อสารด้วย ภาพ - ความสามารถ ในการมองภาพ - พัฒนา ความรู้สึกที่มีต่อ การสื่อสารด้วย ภาพ	ในสื่อภาพ - ประเมิน ข้อความ/ภาพ - ตัดสินใจที่มี พื้นฐานจากสิ่งที่ เห็น	พื้นฐานที่เกี่ยวกับ ไวยากรณ์ของ ภาษาภาพ - จำได้และ ตีความระดับ ประโยคและการ สื่อสารสัญลักษณ์ ในรูปแบบที่ ต่างกัน	เป็นคำพูดและ คำพูดเป็นภาษา ภาพ - แปลภาพเป็น คำพูดและคำพูด เป็นภาพ

การอ่านภาพ (Visual reading)				
การตีความ การวิเคราะห์และ เข้าใจ (interpretation, analysis, understanding)	การรับรู้ภาพ (visual perception)	การประเมิน (evaluation)	มีความรู้เรื่อง ไวยากรณ์และ รูปประโยค (knowledge of grammar and syntax)	การแปล ความหมาย: ภาพ-คำพูด-ภาพ (translation: visual-verbal- visual)
- เข้าใจภาพ วัตถุ และการกระทำทาง วัฒนธรรมอย่าง ถ่องแท้ - ตีความและ วิเคราะห์ภาพ				
ตาราง 5 พฤติกรรมความฉลาดรู้เชิงภาพด้านการเขียนภาพ				
ทักษะการเขียนภาพ (Visual writing skill)				
การสื่อสารด้วยภาพ (visual communication)	การสร้างสรรค์ภาพ และการผลิตภาพ (visual creation and image production)		การใช้ภาพ (image use)	
- ติดต่อสื่อสาร (อย่าง สร้างสรรค์) กับผู้อื่น - รวมภาพและคำพูดเพื่อการ สื่อสารตามจุดมุ่งหมาย - แสดงความเข้าใจผ่านภาพ - ใช้องค์ประกอบของภาพเพื่อ การสื่อสารอย่างเหมาะสม	- สร้างภาพที่สื่อความได้อย่าง หลากหลาย - สร้างข้อความโดยใช้ภาพ - สร้างภาพ: ออกแบบและสร้าง ภาพที่หลากหลายในสื่อที่ หลากหลาย - สร้างภาพอย่างง่าย - ข้อมูลพื้นฐานที่เป็นภาพ		- ใช้ภาพ - ใช้ภาพได้อย่างมี ประสิทธิภาพ - ใช้ภาพอย่างมีจริยธรรม - การใช้สื่อการเรียนการสอนที่ เป็นภาพอย่างเหมาะสม - ใช้ภาพ วัตถุ และการ กระทำที่ชัดเจนได้	

ทักษะการเขียนภาพ (Visual writing skill)		
การสื่อสารด้วยภาพ (visual communication)	การสร้างสรรคภาพ และการผลิตภาพ (visual creation and image production)	การใช้ภาพ (image use)
	- สร้างภาพ วัตถุ และการ กระทำที่ชัดเจนที่ให้เห็นถึง ความมีเอกลักษณ์	- ใช้ภาพที่แตกต่างกับรูป ประโยคที่แตกต่าง

ตาราง 6 พฤติกรรมความฉลาดรู้เชิงภาพด้านอื่น ๆ

ทักษะความฉลาดรู้เชิงภาพด้านอื่น ๆ (Other visual literacy skills)		
การคิดเป็นภาพ (visual thinking)	การเรียนรู้ด้วยภาพ (visual learning)	การประยุกต์ใช้ภาพ (applied image use)
- ความสามารถที่จะคิดใน รูปแบบของภาพ/การคิดเป็น ภาพ	- ความสามารถที่จะเรียนใน รูปแบบของภาพ - กระบวนการเรียนรู้ด้วยภาพ: การสร้างภาพ ทฤษฎีการรับรู้ เช่น รหัสคู่ (dual coding) สัญลักษณ์ทางภาพและรูปแบบ การเรียนรู้ด้วยภาพ	- วางแผนภาพ - ค้นหาข้อมูลที่เป็นรูปภาพ - การเลือกสื่อการสอนภาพที่ เหมาะสม - ค้นหาภาพ - นิยามความหมายภาพ - อ้างอิงภาพ

Bowen (2017) ได้กล่าวถึงการกำหนดระดับคุณภาพผลการเรียนของนักเรียนโดยใช้ solo taxonomy ไว้ดังนี้

ตาราง 7 เกณฑ์คะแนนสมรรถนะความฉลาดรู้เชิงภาพ (Visual literacy competence rubric)

ระดับ SOLO	สมรรถนะความฉลาดรู้เชิงภาพ (Visual literacy competency)	สมรรถนะ
ระดับก่อนโครงสร้าง (Pre-structural) ไม่มีปัญหาที่ต้องพิจารณา	การรับรู้ภาพแทน (การมองภาพ)	การรู้ว่าภาพเป็นตัวแทนของวัตถุ สิ่งของ สิ่งมีชีวิต ผู้คน สถานที่และเหตุการณ์ต่าง ๆ ในโลก ที่กำหนดด้วยชื่อหรือวาจาก
ระดับโครงสร้างเดียว (Uni-Structural) "ไม่ต้องการความสอดคล้อง" สร้างเงื่อนไข 1 รูปแบบและไป ยังข้อสรุป 1 รูปแบบ	การระบุและการบรรยาย	เข้าใจว่ารูปภาพหรือภาพกราฟฟิกสามารถใช้เพื่อแสดงเรื่องราวเกี่ยวกับช่วงเวลา เหตุการณ์ กิจกรรม ลำดับ เหตุการณ์หรือปฏิสัมพันธ์ การตกแต่ง/การสร้างภาพเป็นข้อความ
ระดับโครงสร้างที่หลากหลาย (Multi-structural) มีความสอดคล้องบางครั้งและมีเงื่อนไขเล็กน้อย และมีรูปแบบที่จำกัด	ตีความและวิเคราะห์ (การอ่านภาพ)	ความเข้าใจเกี่ยวกับการอ่านภาพและภาพกราฟฟิกเพื่อให้ได้วิธีที่แตกต่างในการมองโลก ได้มุมมองที่แตกต่างที่คำพูดอย่างเดียวไม่สามารถทำได้ รับรู้ในการนำความคิดมาสู่ภาพเพื่อสร้างความหมาย สามารถสื่อไปถึงผู้ดูภาพได้
อุปนัยเชิงความสัมพันธ์ (Relational Induction) สามารถสรุปภายใน ประสบการณ์หรือบริบทที่กำหนดให้โดยใช้รูปแบบที่เกี่ยวข้องกัน ไม่มีความ	การจัดการและการผลิตเพลิน (ใช้ซ้ำ สร้างใหม่ การจัดสรรใหม่) เข้าใจผลกระทบที่มีต่อ ความรู้สึกของภาพ	เข้าใจอย่างถ่องแท้ว่าผู้ที่สร้างภาพหรือภาพกราฟฟิกแสดงมุมมองเฉพาะในการสื่อความหมายซึ่งอาจจะวิเคราะห์ได้ ความหมายที่หลากหลายคือ มีความสามารถในการตีความ

ระดับ SOLO	สมรรถนะความฉลาดรู้เชิงภาพ (Visual literacy competency)	สมรรถนะ
สอดคล้องถ้าข้อสรุปเป็นแบบปิด		ภาพ/ภาพกราฟฟิกสำหรับข้อมูลและความหมายผ่านการอ่านที่ได้ร่วมกันสร้างขึ้น สามารถใช้รูปภาพและภาพกราฟฟิกที่เหมาะสมหรือใช้ซ้ำเพื่อสร้างเรื่องราวของตัวเองและเล่าเรื่องใหม่จากมุมมองที่แตกต่างกัน ประยุกต์ใช้พื้นฐานของแนวคิดเชิงโวหาร ความหมาย/ข้อโต้แย้งที่ร่วมกันสร้างภายในบริบทนั้น ๆ
การคิดเชิงนิรนัยและอุปนัย (Extended Abstract Deductive & inductive thinking) สามารถสรุปได้ถึงสถานการณ์ที่ยังไม่เคยพบมาก่อน ข้อสรุปที่ถูกแก้ไขที่มีความไม่สอดคล้องกันอาจจะเปิดหรือถูกทำให้มีทางเลือกที่หลากหลาย	การกำหนดแนวคิด ความสร้างสรรค์ การนำเสนอที่เชื่อมโยง (ความสามารถในการเข้าใจและประยุกต์ใช้แนวคิดภาพเชิงโวหาร)	สามารถวิเคราะห์ภาพที่เป็นตัวแทน ระบุการอ้างอิงและตีความแนวคิดเชิงโวหารที่ถูกใช้ในการโน้มน้าวผู้ชมหรือสร้างข้อโต้แย้งเฉพาะ และสร้างหรือใช้ซ้ำการนำเสนอจากมุมมองที่เลือกซึ่งจะทำให้เกิดความหมายใหม่ (นวัตกรรมและความสร้างสรรค์ในการสร้างความหมายและสร้างภาพ)

Hattwig (2013) ได้แสดงลำดับชั้นผลการเรียนรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับความฉลาดรู้เชิงภาพในการจัดการเรียนการสอนไว้ 7 ขั้นดังนี้

ระดับ 1

นักเรียนกำหนดลักษณะทั่วไปและขอบเขตของสื่อภาพที่จำเป็นได้

1. นักเรียนให้คำจำกัดความและระบุความจำเป็นในการสร้างภาพ

2. นักเรียนระบุแหล่งที่มาของภาพ สื่อและอื่น ๆ ได้

ระดับ 2

นักเรียนสามารถค้นหาภาพและเข้าถึงภาพที่จำเป็นและสื่อภาพที่มีคุณภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1. นักเรียนเลือกแหล่งข้อมูลที่มีระบบการค้นหาที่เหมาะสมสำหรับค้นหาภาพและสื่อภาพ
2. นักเรียนสามารถค้นหาภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. นักเรียนสามารถจัดการและจัดระเบียบรูปภาพและแหล่งข้อมูล

ระดับ 3

นักเรียนตีความและวิเคราะห์ความหมายของภาพและสื่อภาพ

1. นักเรียนระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความหมายของภาพ
2. นักเรียนสามารถใช้ภาพในบริบทต่าง ๆ ได้
3. นักเรียนระบุลักษณะองค์ประกอบของภาพทางกายภาพ ทางเทคนิค และการออกแบบ
4. นักเรียนตรวจสอบ ตีความและวิเคราะห์ภาพผ่านการสนทนากับผู้อื่น

ระดับ 4

นักเรียนประเมินรูปภาพและแหล่งที่มาของภาพ

1. นักเรียนประเมินความมีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือของภาพในการสื่อสารด้วยภาพ
2. นักเรียนประเมินลักษณะของความงามและเทคนิคของภาพ
3. นักเรียนประเมินข้อมูลในรูปแบบข้อความที่มาพร้อมกับภาพ
4. นักเรียนตัดสินเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือและแหล่งที่มาของภาพ

ระดับ 5

นักเรียนใช้ภาพและสื่อภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1. นักเรียนใช้ภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพในจุดประสงค์ที่แตกต่างกัน
2. นักเรียนใช้เทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพในการทำงานเกี่ยวกับภาพ
3. นักเรียนใช้การแก้ปัญหา ความสร้างสรรค์และการทดลองเพื่อรวมภาพไว้ในโครงการ
4. นักเรียนติดต่อสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพเกี่ยวกับภาพ

ระดับ 6

นักเรียนออกแบบและสร้างภาพและสื่อภาพที่มีความหมาย

1. นักเรียนผลิตสื่อภาพที่ใช้ในโครงการต่าง ๆ ได้

2. นักเรียนใช้กระบวนการออกแบบและสร้างสรรค์ในการผลิตภาพและสื่อภาพ
3. นักเรียนใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีที่หลากหลายในการผลิตภาพและสื่อภาพ
4. นักเรียนประเมินภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้น

ระดับ 7

นักเรียนเข้าใจความหลากหลายของประเด็นทางจริยธรรม กฎหมาย สังคมและเศรษฐกิจ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง การใช้และการเข้าถึงภาพอย่างมีจริยธรรม

1. นักเรียนเข้าใจความหลากหลายของประเด็นทางจริยธรรม กฎหมาย สังคมและ เศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับภาพและสื่อภาพ

2. นักเรียนปฏิบัติตามแนวทางที่ดีทางจริยธรรมและกฎหมายเพื่อเข้าถึง ใช้งานและสร้าง สื่อภาพ

3. นักเรียนอ้างอิงภาพและสื่อภาพในงาน นำเสนอและโครงการงาน

Pem (2019) ได้ศึกษาตัวบ่งชี้เกี่ยวกับความฉลาดรู้เชิงภาพเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยแบ่ง ออกเป็น 7 ตัวบ่งชี้คือ

1. ระบุ วัสดุเชิงภาพที่ต้องการ คำว่า "ระบุ" สื่อถึงการรับรู้และตั้งชื่อสิ่งที่มีอยู่ ลักษณะ หรือใจความสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการทำความเข้าใจในกระบวนการและเหตุการณ์ เช่น รู้ว่าสิ่งนั้น ๆ คืออะไรและตั้งชื่อสิ่งนั้น "การระบุ" ส่งเสริมการสำรวจดังนั้นจึงสามารถขยายความเข้าใจเกี่ยวกับ วัสดุเชิงภาพที่ในประเภทที่หลากหลายยิ่งขึ้น

2. ค้นหา สื่อถึงการค้นหาภาพหรือสื่อภาพ คำว่า "ค้นหา" เป็นทักษะที่กำหนด ตัดสินใจ และเลือกภาพที่เหมาะสมและตั้งชื่อให้ จากข้อความที่กล่าวมานี้สามารถใช้ประเมินตัวบ่งชี้ "ค้นหา" ได้

3. เข้า ภาพและสื่อภาพ เข้าใจหมายถึงรู้ความหมายของบางสิ่ง

4. ประเมิน ภาพ คำว่าประเมินหมายถึงตัดสินถึงความสำคัญของบางสิ่งที่เป็นข้อดีหรือ ข้อเสีย

5. ใช้ภาพ และสื่อภาพอย่างมีประสิทธิภาพ คำว่าใช้สื่อถึงใช้บางสิ่งได้ตรงตามจุดประสงค์

6. สร้างสรรค์ ภาพที่มีความหมาย คำว่า "สร้าง" หมายถึง กระทำหรือผลิตบางสิ่งใหม่

7. แยกแยะสิ่งสำคัญจากภาพ ซึ่งหมายถึงการรู้ส่วนสำคัญของมโนทัศน์ เช่น แนวคิดที่ สำคัญที่สุด คุณเลยเบอร์ได้กล่าวถึงนักเรียนฟิสิกส์ที่แยกข้อมูลได้สำเร็จเมื่อมีการฉายสื่อ ภาพเคลื่อนไหว

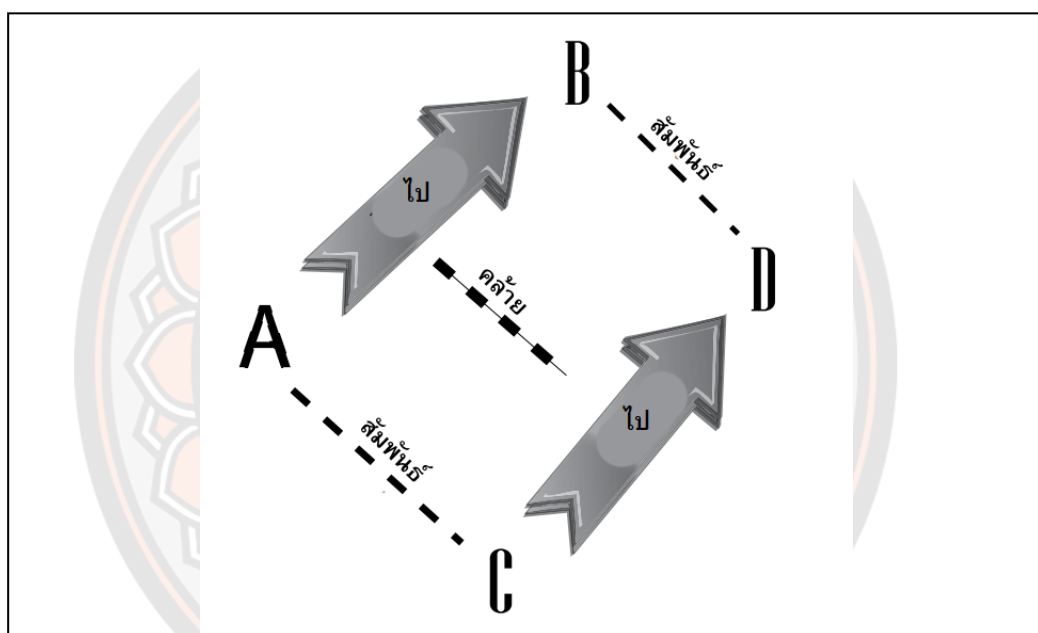
จากแนวทางการประเมินความฉลาดรู้เชิงภาพ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกดัดแปลงแนวทางการประเมินความฉลาดรู้เชิงภาพของ Pem (2019) เนื่องจากแนวทางนี้มีการอธิบายพฤติกรรม

ของความฉลาดรู้เชิงภาพได้อย่างชัดเจน ผู้วิจัยจึงเลือกแนวทางการประเมินนี้โดยดัดแปลงบางส่วนให้มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ได้นำมาจัดการเรียนรู้ คือระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Models-based learning)

3.1 ความหมายของแบบจำลอง

Gilbert (2011) ได้ให้ความหมายของแบบจำลอง คือ ระบบของวัตถุ (system of object) สัญลักษณ์ และ ความสัมพันธ์ที่เป็นตัวแทนของระบบอื่น (เป้าหมาย) ในสื่อกลางที่แตกต่างกัน แบบจำลองอาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรมแต่ยังมีลักษณะที่เหมือนร่วมกันบางอย่าง ดังภาพ 2



ภาพ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างระบบที่ซึ่งมีความเชื่อมโยงระหว่างลักษณะที่สัมพันธ์กัน หรือคุณสมบัติที่มีความเหมือนกัน ทุกแบบจำลองมีความสัมพันธ์กับเป้าหมาย (ดัดแปลงจากGilbert, 2011)

กรทิพย์ (2556) ได้ให้ความหมายของแบบจำลอง คือ แบบจำลองเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อเป็นตัวแทนของเป้าหมายในการใช้อธิบายแนวคิด ทฤษฎี กฎ เหตุการณ์ กระบวนการหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ไม่สามารถสังเกตหรือวัดได้โดยตรงให้ สามารถเข้าใจสิ่งเหล่านี้ได้ง่ายขึ้น ซึ่งการใช้แบบจำลองให้มีประสิทธิภาพควรคำนึงถึงธรรมชาติและ ข้อจำกัดของแบบจำลองด้วย

ลัทธวรรณ (2559) ได้ให้ความหมายของแบบจำลอง คือ สิ่งที่เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ที่เป็นวัตถุหรือความคิด เพื่อใช้อธิบาย สาเหตุของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติให้เห็นเป็นรูปธรรมด้วย

การวาดภาพ การใช้กราฟ การเขียน การพูดอธิบาย การวาดภาพประกอบการอธิบาย หรือการเขียนอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์หรือ รูปภาพที่กำหนดให้ เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นได้รับรู้

จากการให้ความหมายของแบบจำลองข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า แบบจำลอง คือ ตัวแทนของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่งที่เป็นเป้าหมาย เพื่ออธิบายทฤษฎี กฎ หรือเหตุการณ์ เพื่อให้สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น ซึ่งอาจเป็นนามธรรมหรือรูปธรรมก็ได้

3.2 ประเภทของแบบจำลอง

Gilbert (2011) ได้จำแนกประเภทของแบบจำลองไว้ดังตาราง 8

ตาราง 8 ประเภทแบบจำลอง

ประเภทของแบบจำลอง	ตัวอย่าง
แบบจำลองที่เป็นรูปธรรม (Concrete models)	แบบจำลองขนาด (Scale models) ม็อกอัป (Mockups) รูปแกะสลัก (Figurines)
แบบจำลองภาพ/กราฟฟิก	พิมพ์เขียว (Blueprints) ภาพนิ่ง (Photographs) แผนผัง (Diagrams)
แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	สูตรและสมการ (Equations) กราฟ (Graphs) แผนที่ภูมิประเทศ (Topographic maps)
แบบจำลองที่เป็นคำพูด (Verbal models)	การพรรณนา (Descriptions) บท (Scripts) คำสั่ง (Direction)
แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation models)	เกมการจำลอง (Simulation games) แบบจำลองสถานการณ์ห้องนักบิน (Cockpit simulators) แบบจำลองการทดสอบการชน (Crash test dummies)
แบบจำลองสัญลักษณ์ (Symbolic models)	ตัวอักษร (Word) numbers (ตัวเลข)
แบบจำลองสัญศาสตร์ (Semiotic models)	ตัวเลข (Mathematical figures) สัญญาณไฟจราจร (Stoplights) เครื่องหมายหยุด (Stop signs)

3.3 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

Gillbert (2011, p. 19) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน คือ กระบวนการสร้างโมเดลที่พรรณนาและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ รวมถึงการอธิบาย ขอบข่ายแนวคิดเชิงทฤษฎีของแบบจำลองทางความคิด (mental models) ดังภาพ 2

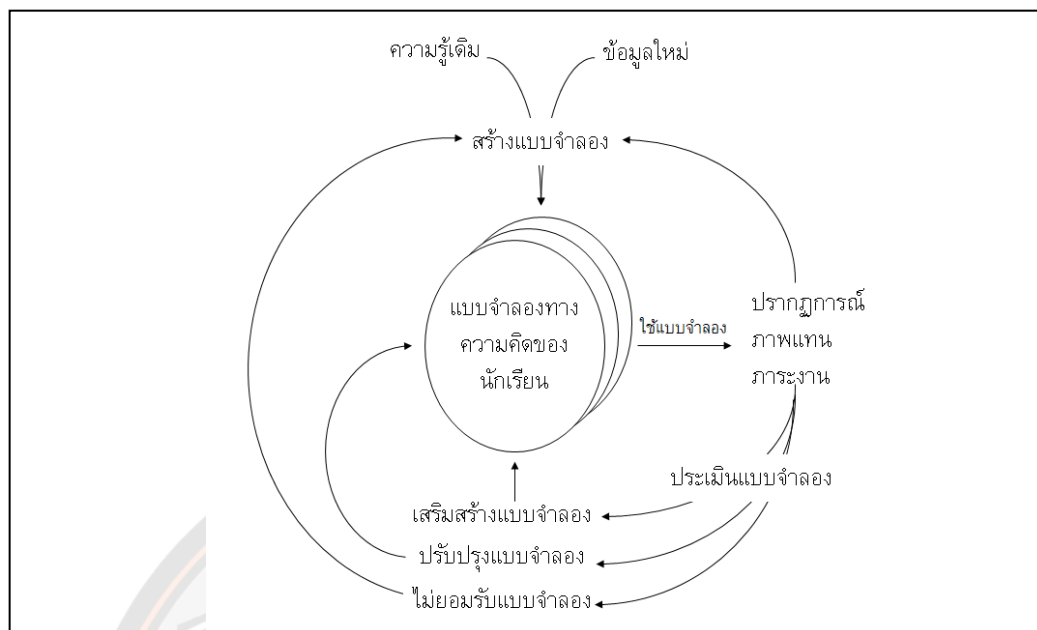
ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2556, น. 29) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการกระตุ้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ด้วยการสร้างแบบจำลอง มาอธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้ เพื่อเชื่อมโยงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นนามธรรมกับปรากฏการณ์หรือ ประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันให้เข้าใจสิ่งเหล่านี้ได้ง่ายขึ้น ซึ่งครูผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้ อำนวยความสะดวกให้แก่ นักเรียน

ละมัย (2557, น. 11) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน คือ เป็นวิธีการ จัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ทำความเข้าใจและ อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยการตรวจสอบข้อมูล ฝึกคิดอย่างเป็นระบบ สามารถ นำเสนอความคิด ทดสอบความคิด ประเมินความคิด ปรับปรุงแก้ไขและขยายความคิดได้ โดยผ่าน การสร้างและ ปรับปรุงแบบจำลองของปรากฏการณ์นั้น ๆ

3.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

Gobert and Buckley (2004 อ้างถึงใน ลัทธวรรณ, 2559) ได้มีการกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้ 5 ขั้นตอนดังนี้ (ดังภาพ 3)

- 1) ผู้เรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา
- 2) ครูประเมินและทบทวนแนวคิดที่ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ในการสร้างแบบจำลอง เพื่อสรุป อ้างอิงแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนจากเหตุผลที่นักเรียนใช้ในการอธิบาย ปรากฏการณ์ที่ศึกษา
- 3) ผู้เรียนลงมือสร้างแบบจำลอง ในขั้นนี้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ทั้งข้อมูล เกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่การงาน พฤติกรรม และสาเหตุการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์นั้น ๆ เขียนเป็น แผนผังแนวคิด (Concept mapping) โดยเปรียบเทียบกับปรากฏการณ์ที่คล้ายคลึง (Analogous system) ที่นักเรียนทราบ จากนั้นตรวจสอบข้อมูลแล้วจึงลงมือสร้างแบบจำลอง
- 4) นำแบบจำลองไปใช้และประเมิน ในขั้นนี้นักเรียนอาจจะพบว่าแบบจำลอง ที่นักเรียนสร้าง นั้นถูกปฏิเสธหรือไม่ยอมรับ เนื่องจากใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ไม่ดีพอ นักเรียนต้อง กลับไป ปรับปรุง (Revision) และแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา ได้ดีขึ้น
- 5) ขยายแบบจำลอง (Elaboration) ในขั้นนี้นักเรียนอาจจะนำแบบจำลองเดิมไป สร้าง เพิ่มเติมหรือนำไปรวมกับแบบจำลองอื่นเพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น



ภาพ 3 กรอบแนวคิดทางทฤษฎีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
ดัดแปลงจาก Buckley et al. (2010)

กรทิพย์ (2556) ได้มีการกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด (Produce mental model) เป็นการสำรวจแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน โดยครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การใช้ค าถามหรือสร้างสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการศึกษา โดยนักเรียนรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องการศึกษา จากนั้นทำการตรวจสอบข้อมูลแล้วจึงลงมือสร้างแบบจำลอง

2) ขั้นแสดงออกแบบจำลอง (Express model) นักเรียนแสดงออกแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้อื่นรับรู้ ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น สิ่งที่เป็นรูปธรรม รูปภาพ แผนภาพ คำพูด สัญลักษณ์ หรือการเปรียบเทียบ เป็นต้น โดยการอธิบาย การตอบค าถามหรือการวาดภาพ ซึ่งแบบจำลองที่นักเรียนนำเสนออาจเป็นแบบจำลองของกลุ่มหรือแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นเป็นของตนเอง

3) ขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluate model) นักเรียนนำแบบจำลองที่ผ่านการแสดงออกแล้วไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือสิ่งที่ต้องการศึกษาและนักเรียนร่วมกันประเมินแบบจำลองเพื่อดูว่าแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นนั้นสามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือสิ่งที่ต้องการศึกษาได้หรือไม่ ซึ่งนักเรียนอาจพบว่าแบบจำลองนั้นอาจถูกปฏิเสธเนื่องจากไม่สามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ นักเรียนต้องกลับไปสร้างแบบจำลองใหม่หรือถ้าพบว่าสามารถใช้อธิบาย

ปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้แต่ไม่ดีพอ นักเรียนต้องปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองเพื่อให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดีขึ้น ซึ่งในขั้นนี้ครูต้องพยายามใช้คำถามที่ให้นักเรียนสามารถประเมินแบบจำลองได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

4. ขยายแบบจำลอง (Elaborate model) หลังจากนักเรียนประเมินแบบจำลองแล้วนักเรียนนำแบบจำลองไปสร้างเพิ่มเติมหรือนำไปรวมกับแบบจำลองอื่นเพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น

จากการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนั้น ผู้วิจัยได้เลือกดัดแปลงแนวทางการจัดการเรียนรู้ของ Gobert and Buckley (2004) ผู้วิจัยได้มีการดัดแปลงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ตอบสนองต่อความฉลาดรู้เชิงภาพ โดยมีการปรับเปลี่ยนขั้นตอนโดยให้นักเรียนมีการแสดงความรู้เดิมและแก้ไขความรู้เดิมโดยการใช้ภาพวาด และมีการปรับเปลี่ยนในส่วนของการสร้างแบบจำลองโดยการให้นักเรียนสร้างแบบจำลองภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทและขยายแบบจำลองโดยใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทมาอธิบายแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้น

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

อารยา ควัณณ์กุล และคนอื่น ๆ (2558) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการวิจัยเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับการเรียนรู้แบบปกติที่ส่งผลต่อเมตริกทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลอง พบว่าเมตริกทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองกลุ่มการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่ากลุ่มเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภรทิพย์ และคนอื่น ๆ (2558) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในเรื่องโครงสร้างอะตอมมีการสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิด ร่วมกับการใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้เดิม พบว่า มีแบบจำลองทางความคิดที่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

4.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Maia and Justi (2009) ได้ศึกษาการเรียนรู้เรื่องสมดุลเคมีผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้แผนผังที่เรียกว่า Model of Modelling เพื่อต้องการทราบว่าจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนในเรื่องสมการเคมีที่เป็นปัญหาได้หรือไม่ พบว่า แผนผัง Model of Modelling และวิธีการสอนมีความเกี่ยวข้องกับการสอนของครูมีอิทธิพลกับการเรียนรู้ของนักเรียน

Loucas and Zacharias (2011) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างการรู้คิด อภิปัญญา ทักษะทางสังคม อุปกรณ์ (material) และญาณวิทยา โดยในงานวิจัยนี้มีการสอนที่เกี่ยวข้องกับสภาพความเป็นจริงผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในรายวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถสร้างการรู้คิด อภิปัญญา ทักษะทางสังคม วัสดุ (material) และญาณวิทยาให้กับนักเรียนวิทยาศาสตร์ได้

Cisterna (2019) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในการศึกษานี้ได้ใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ของนักเรียนในเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมพบว่า หลักสูตรและการสอนส่งผลกับโน้ตทัศน์ของนักเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยเรื่องแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 2) เพื่อศึกษาผลการพัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึกของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. กลุ่มเป้าหมาย
3. บริบทของห้องเรียน
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนประกอบด้วย 4 ขั้นตอน (วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์, 2561) คือ

1. การวางแผน (plan) ผู้วิจัยได้ทำการวางแผน โดยเริ่มจากศึกษาปัญหาในห้องเรียน เช่น การสังเกต ผลงานนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้ สอบถามจากครูผู้สอนที่สอนในรายวิชาเดียวกัน หาสาเหตุของปัญหาและหาทางแก้ไข นำมาวางแผนดำเนินการในชั้นถัดไป
2. การลงมือปฏิบัติ (action) ผู้วิจัยดำเนินการปฏิบัติตามแผนที่ได้วางไว้ในขั้นที่ 1 เก็บรวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติงาน ทั้งจากผู้วิจัยและผู้เกี่ยวข้องท่านอื่น ๆ
3. การสังเกต (observe) สังเกตกระบวนการในขั้นที่ 2 ใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยได้เตรียมไว้เพื่อรวบรวมข้อมูลไปใช้ในการสะท้อนผลต่อไป

4. การสะท้อนผล (reflect) ผู้วิจัยนำข้อมูลที่รวบรวมมาได้จากข้อ 3 มาวิเคราะห์ ตรวจสอบ และประเมินเพื่อหาปัญหา จุดดีจุดด้อย เพื่อนำมาปรับปรุงและวางแผนพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงรอบถัดไป

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 1 ห้อง รวม 45 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งเป็นนักเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอนในรายวิชาชีววิทยา

3. บริบทของห้องเรียน

บริบทภายในห้องเรียนของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุพรรณบุรี โดยภาพรวมแล้วมีความพร้อมในด้านต่าง ๆ ดังนี้ ห้องเรียนมีอากาศถ่ายเทสะดวก มีหน้าต่างให้เพื่อระบายอากาศและให้แสงเข้าอย่างเพียงพอ โต๊ะและเก้าอี้มีเพียงพอสำหรับนักเรียนทุกคน การจัดโต๊ะภายในห้องเรียนเป็นการจัดเป็นกลุ่ม ๆ กลุ่มละ 5-6 คน มีคอมพิวเตอร์จำนวน 1 เครื่อง มีเครื่องฉายพร้อมจอรับภาพจำนวน 1 เครื่อง มีเครื่องฉายสามมิติจำนวน 1 เครื่อง มีเครื่องขยายเสียงจำนวน 1 เครื่อง

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือสำหรับคำถามวิจัย “แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ควรเป็นอย่างไร” ประกอบด้วย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การทำงานของระบบประสาทโซมาติกในมนุษย์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติในมนุษย์ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง อวัยวะรับความรู้สึกของมนุษย์

1.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใช้สะท้อนผลระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อสะท้อนผลให้เห็นถึงปัญหา ข้อดีและข้อเสีย เพื่อใช้ปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ และวางแผนเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในชั้นถัดไป

2. เครื่องมือสำหรับคำถามวิจัย “ผลการพัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพเรื่อง ระบบประสาท และอวัยวะรับความรู้สึกของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภายหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นอย่างไร” ประกอบด้วย

2.1 ใบกิจกรรม เป็นเครื่องมือที่ใช้เก็บผลระหว่างการจัดการเรียนรู้ภายในวงรอบทั้ง 3 วงรอบ ได้แก่ ใบกิจกรรมเรื่อง แบบจำลองระบบประสาทของมนุษย์ ใบกิจกรรมเรื่อง แบบจำลองระบบประสาทอัตโนมัติของมนุษย์และใบกิจกรรมเรื่อง แบบจำลองอวัยวะรับสัมผัส

2.2 แบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก มีทั้งหมด 3 ข้อใหญ่วัดความฉลาดรู้เชิงภาพทั้ง 7 ตัวบ่งชี้ ตัวบ่งชี้ละ 3 ข้อย่อย ลักษณะข้อสอบเป็นการเติมคำ และช่องว่างเพื่อให้ให้นักเรียนได้วาดภาพแบบจำลองภาพของนักเรียนตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

5. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

การสร้างเครื่องมือวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก 2) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 3) แบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ 4) ใบกิจกรรม

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาสภาพปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของห้องเรียน

1.2 ศึกษาแนวคิดทฤษฎี เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำหลักการจัดกิจกรรม การเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.3 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตร เนื้อหารายวิชาชีววิทยา เพื่อกำหนดกรอบความคิดในด้านสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เอกสารดังนี้

1.3.1 หลักสูตรสถานศึกษา พ.ศ.2559 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.3.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามสาระชีววิทยา ข้อ 4 เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊สการลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนองการเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาคุณภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.3.3 คำอธิบายรายวิชา และผลการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา 5

1.3.4 ศึกษารายละเอียดเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จากหนังสือคู่มือครู และหนังสือแบบเรียนชีววิทยา 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

1.4 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้และเนื้อหา เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกเพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

1.5 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 9

ตาราง 9 เวลาในการจัดการเรียนรู้และผลงานของนักเรียนแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนที่	แผนการจัดการเรียนรู้	ผลงานนักเรียน	เวลา (ชั่วโมง)
1	การทำงานของระบบประสาทโซมาติกในมนุษย์	แบบจำลองภาพ การหยิบเฟรนช์รายส์เข้าปาก	4
2	การทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติในมนุษย์	แบบจำลองภาพ ระบบประสาทอัตโนมัติขณะกำลังหนีรถยนต์ที่กำลังพุ่งเข้าชน	4
3	อวัยวะรับความรู้สึกในมนุษย์	แบบจำลองภาพอวัยวะรับความรู้สึกของมนุษย์	4
รวม			12

1.6 ออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอนและอื่น ๆ เพื่อรับข้อเสนอแนะ จากนั้นดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว นำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาชีววิทยา คืออาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ อาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ และครูชำนาญการพิเศษในรายวิชาชีววิทยา สอนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

ของเนื้อหา ภาษา เวลา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์และด้านอื่น ๆ จากนั้นปรับปรุงแก้ไข โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนตามเกณฑ์การประเมินผลของ บุญชม ศรีสะอาด (2554) ดังนี้

- 5 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.9 นำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยแล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

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

เกณฑ์การตัดสินว่าแผนมีความเหมาะสมแก่การนำไปใช้หรือไม่ ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.51 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ไม่เกิน 1.00 คะแนน ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม

1.10 ผลการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 10

ตาราง 10 ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้และภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้

	ค่าเฉลี่ย	SD	การแปลความหมาย
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	4.33	0.64	มีความเหมาะสมมาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	4.48	0.50	มีความเหมาะสมมาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	4.20	0.80	มีความเหมาะสมมาก
รวม	4.34	0.67	มีความเหมาะสมมาก

จากตาราง 10 พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ในภาพรวมมีค่า 4.34 ซึ่งอยู่ในระดับมีความเหมาะสมมาก

1.11 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปแก้ไข และปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา เพื่อจัดทำเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2.1 กำหนดขอบข่ายการบันทึกการบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยดัดแปลงจาก Gobert and Buckley (2004) และประเด็นสำคัญในการบันทึก โดยให้ระบุในแต่ละประเด็น สำเร็จหรือไม่สำเร็จ และให้บันทึกเพิ่มเติมเกี่ยวกับ จุดเด่น จุดที่ควรปรับปรุง และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้

2.2 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ตามขอบข่ายที่กำหนด

2.3 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ และประเมินความเหมาะสม แล้วปรับปรุงแก้ไขตามที่อาจารย์แนะนำ

2.4 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาชีววิทยา คืออาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ อาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ และครูชำนาญการพิเศษในรายวิชาชีววิทยา สอนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม จากนั้นปรับปรุงแก้ไขโดยผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนนตามเกณฑ์การประเมินของ บุญชม ศรีสะอาด (2554) ดังนี้

5 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

2.5 นำผลการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดไปหาค่าเฉลี่ยแล้วเปรียบเทียบเกณฑ์แปลความเหมาะสมของเครื่องมือ ดังนี้

4.51 – 5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

3.51 – 4.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

2.51 – 3.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

1.00 – 1.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การตัดสินว่าแผนมีความเหมาะสมแก่การนำไปใช้หรือไม่ ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.51 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ไม่เกิน 1.00 คะแนน ถือว่าแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม

2.6 จากผลการหาคุณภาพของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ พบว่ามีค่าเฉลี่ย 4.13 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.88 ซึ่งแสดงถึงแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

2.7 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริงเพื่อรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ เพื่อสะท้อนผล ปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงรอบถัดไป

3. แบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ

3.1 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินความฉลาดรู้เชิงภาพ

3.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตร เนื้อหารายวิชาชีววิทยา จากหลักสูตรสถานศึกษา พ.ศ. 2559 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ สาระชีววิทยา ข้อที่ 4

3.3 วิเคราะห์การออกข้อสอบ และสร้างผังข้อสอบ ของแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ โดยข้อสอบเป็นแบบอัตนัยหรือเขียนตอบ พร้อมทั้งมีพื้นที่ว่างเพื่อให้นักเรียนได้วาดภาพของแบบจำลองภาพ ประกอบด้วย 3 ข้อใหญ่ ใช้ประเมินความฉลาดรู้เชิงภาพของนักเรียนตั้ง 7 ตัวบ่งชี้ ตัวบ่งชี้ละ 3 ข้อย่อย ดังตาราง 11

ตาราง 11 วิเคราะห์การสร้างแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพตามตัวบ่งชี้ทั้ง 7 ตัวบ่งชี้

ตัวบ่งชี้		ข้อที่ (แบบวัด)
1. ระบุภาพ หมายถึงการระบุรายละเอียดของภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทหรือสามารถบอกได้ว่าภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทหมายถึงสิ่งใด	ระบุภาพการทำงานของระบบประสาทในการนำ	1.2
	แสมเบอร์เกอร์ออกจากปาก	
	ระบุภาพการทำงานของระบบประสาทเมื่อเกิด	2.2
	เหตุการณ์ไฟไหม้	
	ระบุภาพการทำงานของระบบประสาทเกี่ยวกับ	3.2
2. ค้นหาภาพหรือสื่อภาพ หมายถึงการได้มาซึ่งภาพ	การรับรสชาติเมื่อเป็นไข้	
	ค้นหาภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบ	1.4
ประสาทในการนำแสมเบอร์เกอร์ออกจากปาก		

	ตัวบ่งชี้	ข้อที่ (แบบวัด)
ด้วยการตัดสินใจเลือก ภาพที่เหมาะสมที่เกี่ยวข้อง กับระบบประสาท	ค้นหาภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบ ประสาทเมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟไหม้	2.4
	ค้นหาภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบ ประสาทในการรับรสชาติเมื่อเป็นไข้	3.4
3. เข้าใจภาพหรือสื่อภาพ หมายถึงอธิบายภาพที่ เกี่ยวข้องกับระบบประสาท	อธิบายภาพการทำงานของระบบประสาท ในการนำแอมเบอร์เกอร์ออกจากปาก	1.2
	อธิบายภาพการทำงานของระบบประสาท เมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟไหม้	2.2
	อธิบายภาพการทำงานของระบบประสาทเกี่ยวกับ การรับรสชาติเมื่อเป็นไข้	3.2
4. ประเมินภาพ หมายถึง ประเมินถึงข้อดีข้อเสียของ ภาพและตัดสินใจภาพที่ เกี่ยวข้องกับระบบประสาท	ประเมินข้อดีข้อเสียของแบบจำลองและให้คะแนน แบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบ ประสาทในการนำแอมเบอร์เกอร์ออกจากปาก	1.3
	ประเมินข้อดีข้อเสียของแบบจำลองและให้คะแนน แบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบ ประสาทเมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟไหม้	2.3
	ประเมินข้อดีข้อเสียของแบบจำลองและให้คะแนน แบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบ ประสาทในการรับรสชาติเมื่อเป็นไข้	3.3
5. ใช้ภาพหรือสื่อภาพอย่าง มีประสิทธิภาพ หมายถึงใช้ ภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบ ประสาทได้ตรงตาม จุดประสงค์	นำภาพมาใช้ได้อย่างเหมาะสมเพื่อสร้าง แบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของ ระบบประสาทในการนำแอมเบอร์เกอร์ออกจาก ปาก	1.1
	นำภาพมาใช้ได้อย่างเหมาะสมเพื่อสร้าง แบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของ ระบบประสาทเมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟไหม้	2.1
	นำภาพมาใช้ได้อย่างเหมาะสมเพื่อสร้าง แบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบ ประสาทในการรับรสชาติเมื่อเป็นไข้	3.1

	ตัวบ่งชี้	ข้อที่ (แบบวัด)
6. สร้างสรรค์ภาพหมายถึง สร้างภาพที่เกี่ยวข้องกับ ระบบประสาท	สร้างแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของ ระบบประสาทในการนำแอมเบอร์เกอร์ ออกจากปาก	1.1
	สร้างแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน ของระบบประสาทเมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟไหม้	2.1
	สร้างแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน ของระบบประสาทในการรับรสชาติเมื่อเป็นไข้	3.2
7. แยกแยะสิ่งสำคัญจาก ภาพ หมายถึง อธิบายถึง ใจความสำคัญและสื่อสาร ภาพเกี่ยวกับระบบประสาท ให้ผู้อื่นเข้าใจ	สรุปใจความสำคัญจากแบบจำลองการทำงานของ ระบบประสาทในการนำแอมเบอร์เกอร์ออกจาก ปากและสื่อสารสื่อสารออกมาอย่างเข้าใจง่าย	1.2
	สรุปใจความสำคัญจากแบบจำลองการทำงานของ ระบบประสาทเมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟไหม้และสื่อสาร สื่อสารออกมาอย่างเข้าใจง่าย	2.2
	สรุปใจความสำคัญจากแบบจำลองการทำงานของ ระบบประสาทในการรับรสชาติเมื่อเป็นไข้และ สื่อสารสื่อสารออกมาอย่างเข้าใจง่าย	3.2

3.4 สร้างแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก เพื่อวัดความฉลาดรู้เชิงภาพของนักเรียนตั้ง 7 ด้าน Pem (2019) ระบุภาพ ค้นหาภาพหรือสื่อภาพ เข้าใจภาพหรือสื่อภาพ ประเมินภาพ ใช้ภาพหรือสื่อภาพ สร้างสรรค์ภาพที่มีความหมาย และแยกแยะสิ่งสำคัญจากภาพ

3.5 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ โดยดัดแปลงเกณฑ์ ประเมินความฉลาดรู้เชิงภาพจาก ศิริเพ็ญ ภูมิพิญโญ (2559) การให้คะแนนมี 3 ระดับ ดังนี้ แสดง พฤติกรรมครบถ้วนได้ 2 คะแนน แสดงพฤติกรรมบางส่วนได้ 1 คะแนน และไม่สามารถแสดง พฤติกรรมได้ 0 คะแนน เกณฑ์การให้คะแนนของตัวบ่งชี้ต่าง ๆ ของความฉลาดรู้เชิงภาพ แสดงดังตาราง 12

ตาราง 12 เกณฑ์การประเมินความฉลาดรู้เชิงภาพ

1. การระบุภาพ	
เกณฑ์การประเมิน	ความหมาย
2	ระบุองค์ประกอบของการทำงานของระบบประสาทได้แก่ ชนิดของเซลล์ประสาท สมอส่วนที่เกี่ยวข้อง สารสื่อประสาทที่ใช้ในระบบประสาทรอบนอก ระบุชนิดของการไขแนปส์ ได้ถูกต้อง
1	ระบุองค์ประกอบของการทำงานของระบบประสาทได้แก่ ชนิดของเซลล์ประสาท สมอส่วนที่เกี่ยวข้อง สารสื่อประสาทที่ใช้ในระบบประสาทรอบนอก ระบุชนิดของการไขแนปส์ ได้ถูกต้องบางส่วน
0	ไม่สามารถระบุองค์ประกอบของการทำงานของระบบประสาทได้แก่ ชนิดของเซลล์ประสาท สมอส่วนที่เกี่ยวข้อง สารสื่อประสาทที่ใช้ในระบบประสาทรอบนอก ระบุชนิดของการไขแนปส์
2. ค้นหาภาพหรือสื่อภาพ	
เกณฑ์การประเมิน	ความหมาย
2	ได้ภาพมาประกอบโดยการตัดสินใจภาพและเลือกภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทได้แก่ ระบบประสาทส่วนกลาง ระบบประสาทรอบนอก การเกิดกระแสประสาทได้เหมาะสม
1	ได้ภาพมาประกอบโดยการตัดสินใจภาพและเลือกภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทได้แก่ ระบบประสาทส่วนกลาง ระบบประสาทรอบนอก การเกิดกระแสประสาทได้เหมาะสมบางส่วน
0	ได้ภาพมาประกอบโดยการตัดสินใจภาพและเลือกภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทได้แก่ ระบบประสาทส่วนกลาง ระบบประสาทรอบนอก การเกิดกระแสประสาทได้ไม่เหมาะสมบางส่วน
3. เข้าใจภาพและสื่อภาพ	
เกณฑ์การประเมิน	ความหมาย
2	อธิบายการทำงานของระบบประสาทได้แก่ กระบวนการเกิดกระแสประสาท กระบวนการที่เกิขึ้นภาพในสมอง

	กระบวนการการไฮแนปส์ และลำดับการส่งสัญญาณของกระแสประสาทจนถึงการเคลื่อนไหวได้ถูกต้อง
1	อธิบายการทำงานของระบบประสาทได้แก่ กระบวนการเกิดกระแสประสาท กระบวนการที่เกิดขึ้นภาพในสมอง กระบวนการการไฮแนปส์ และลำดับการส่งสัญญาณของกระแสประสาทจนถึงการเคลื่อนไหวได้ถูกต้องบางส่วน
0	ไม่สามารถอธิบายการทำงานของระบบประสาทได้แก่ กระบวนการเกิดกระแสประสาท กระบวนการที่เกิดขึ้นภาพในสมอง กระบวนการการไฮแนปส์ และลำดับการส่งสัญญาณของกระแสประสาทจนถึงการเคลื่อนไหวได้

4. ประเมินภาพ

เกณฑ์การประเมิน	ความหมาย
2	ประเมินถึงข้อดีข้อเสียของภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาท เพื่อนำมาสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้
1	ประเมินถึงข้อดีข้อเสียของภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาท เพื่อนำมาสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้บางส่วน
0	ไม่สามารถประเมินถึงข้อดีข้อเสียของภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาท และไม่สามารถนำมาสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้

5. ใช้ภาพและสื่อภาพ

เกณฑ์การประเมิน	ความหมาย
2	ใช้ภาพในการสื่อความหมาย และสัญลักษณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาท ได้แก่ ภาพเซลล์ประสาท สัญลักษณ์เกี่ยวกับลำดับการทำงานของสมอง ภาพการไฮแนปส์ ภาพกระบวนการเกิดกระแสประสาท เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้
1	ใช้ภาพในการสื่อความหมาย และสัญลักษณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาท ได้แก่ ภาพเซลล์ประสาท สัญลักษณ์เกี่ยวกับลำดับการทำงานของสมอง ภาพการไฮแนปส์ ภาพกระบวนการเกิดกระแสประสาท เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้บางส่วน

0	ไม่สามารถใช้ภาพในการสื่อความหมาย และสัญลักษณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท ได้แก่ ภาพเซลล์ประสาท สัญลักษณ์เกี่ยวกับลำดับการทำงานของสมอง ภาพการไขแนปส์ ภาพกระบวนการเกิดกระแสประสาท ให้ผู้อื่นเข้าใจได้
---	---

6. สร้างสรรค์ภาพ

เกณฑ์การประเมิน	ความหมาย
2	สร้างภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาท ได้แก่ เซลล์ประสาท ระบบประสาทส่วนกลาง การเดินทางของกระแสประสาท จนถึงการตอบสนองได้ครบถ้วน
1	สร้างภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาท ได้แก่ เซลล์ประสาท ระบบประสาทส่วนกลาง การเดินทางของกระแสประสาท จนถึงการตอบสนองได้ครบถ้วนบางส่วน
0	ไม่สามารถสร้างภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาท ได้แก่ เซลล์ประสาท ระบบประสาทส่วนกลาง การเดินทางของกระแสประสาท จนถึงการตอบสนองได้

7. แยกแยะสิ่งสำคัญจากภาพ

เกณฑ์การประเมิน	ความหมาย
0	อธิบายถึงองค์ประกอบย่อยที่เกิดขึ้นภายในภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาท ได้แก่ การเกิดกระแสประสาทในเซลล์ประสาท กระบวนการในระบบประสาทส่วนกลาง ส่วนของสมองที่ใช้ และการไขแนปส์ได้ถูกต้อง
1	อธิบายถึงองค์ประกอบย่อยที่เกิดขึ้นภายในภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาท ได้แก่ การเกิดกระแสประสาทในเซลล์ประสาท กระบวนการในระบบประสาทส่วนกลาง ส่วนของสมองที่ใช้ และการไขแนปส์ได้ถูกต้องบางส่วน
0	ไม่สามารถอธิบายถึงองค์ประกอบย่อยที่เกิดขึ้นภายในภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาท ได้แก่ การเกิดกระแสประสาทในเซลล์ประสาท กระบวนการในระบบประสาทส่วนกลาง ส่วนของสมองที่ใช้ และการไขแนปส์ได้

การแปลความหมายของระดับคะแนนแปลเป็นร้อยละได้ดังนี้ (ศิริเพ็ญ ภูมิภิญโญ, 2559)

61-100	คะแนน หมายถึง	สูง
50-60	คะแนน หมายถึง	ปานกลาง
1-49	คะแนน หมายถึง	ต่ำ

3.6 นำแบบประเมินทักษะการรู้เชิงภาพไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ อาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ และครูชำนาญการพิเศษในรายวิชาชีววิทยา สอนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อประเมินความสอดคล้อง (Index of consistency: IOC) ระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์ตามตัวบ่งชี้ของความฉลาดรู้เชิงภาพ มีเกณฑ์การประเมินดังนี้

- +1 หมายถึง มีความเห็นด้วยว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้เชิงภาพ
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้เชิงภาพ
- 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้เชิงภาพ

การหาประสิทธิภาพ ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จากการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่าแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 แสดงถึงว่าทุกข้อคำถามมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้ทุกข้อ

3.7 นำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านไปปรับปรุง และแก้ไข แบบประเมินความฉลาดรู้เชิงภาพเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึก ให้มีความเหมาะสม

3.8 นำแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุพรรณบุรี

4. ไบกิจกรม

4.1 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้เชิงภาพ

4.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตร เนื้อหารายวิชาชีววิทยา จากหลักสูตรสถานศึกษา พ.ศ. 2559 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ สาระชีววิทยา ข้อที่ 4

4.3 วิเคราะห์การสร้างไบกิจกรม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้สามารถประเมินนักเรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามตัวบ่งชี้ทั้ง 7 ตัวบ่งชี้ของความฉลาดรู้เชิงภาพ ดังตาราง 13

ตาราง 13 วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับใบกิจกรรม ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

จุดประสงค์	รายการประเมิน		
	ตัวบ่งชี้	ใบกิจกรรมที่	ข้อคำถาม
1. ระบุรายละเอียดภาพที่เป็นแบบจำลองระบบประสาทได้	ระบุภาพการทำงานของระบบประสาทในหีบเฟรนช์ฟรายส์	2	ข้อ 1
2. สืบค้นข้อมูลที่เป็นรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทได้	ค้นหาภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทในการหีบเฟรนช์ฟรายส์	2	ข้อ 2
3. อธิบายภาพกระบวนการเกิดกระแสประสาทจนถึงการตอบสนองในมนุษย์ได้	อธิบายภาพการทำงานของระบบประสาทในการหีบเฟรนช์ฟรายส์	2	ข้อ 2
4. ประเมินถึงข้อดีข้อเสียในแบบจำลองภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทได้	ประเมินข้อดีข้อเสียของแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทในการหีบเฟรนช์ฟรายส์	2	ข้อ 3
5. เลือกใช้ภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทไขมาติกของมนุษย์ได้อย่างเหมาะสม	นำภาพมาใช้ในการสร้างแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทในการหีบเฟรนช์ฟรายส์	2	ข้อ 1
6. สร้างแบบจำลองที่สื่อถึงการตอบสนองของร่างกายที่เกิดจากการทำงานของระบบประสาทได้	สร้างแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทในการหีบเฟรนช์ฟรายส์	2	ข้อ 1
7. อธิบายองค์ประกอบย่อยของภาพระบบประสาทที่เป็นใจความ	สรุปใจความสำคัญจากแบบจำลองการทำงานของ	2	ข้อ 2

รายการประเมิน			
จุดประสงค์	ตัวบ่งชี้	ใบ กิจกรรมที่	ข้อคำถาม
สำคัญได้	ระบบประสาทในการหยิบเพ รณซ์ฟรายส์		
8. ระบุรายละเอียดภาพที่เป็น แบบจำลองระบบประสาทได้	ระบุภาพการทำงานของ ระบบประสาทเมื่อหนี รถยนต์ที่กำลังพุ่งเข้าหา	4	ข้อ 1
9. สืบค้นข้อมูลที่เป็นรูปภาพที่ เกี่ยวข้องกับระบบประสาทได้	ค้นหาภาพที่เกี่ยวข้องกับการ ทำงานของระบบประสาท เมื่อหนีรถยนต์ที่กำลังพุ่งเข้า หา	4	ข้อ 2
10. อธิบายภาพกระบวนการเกิด กระแสประสาทจนถึงการ ตอบสนองในมนุษย์ได้	อธิบายภาพการทำงานของ ระบบประสาทเมื่อหนี รถยนต์ที่กำลังพุ่งเข้าหา	4	ข้อ 2
11. ประเมินถึงข้อดีข้อเสียใน แบบจำลองภาพที่เกี่ยวข้องกับการ ทำงานของระบบประสาทได้	ประเมินข้อดีข้อเสียของ แบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับ การทำงานของระบบ ประสาทเมื่อหนีรถยนต์ที่ กำลังพุ่งเข้าหา	4	ข้อ 3
12. เลือกใช้ภาพที่เกี่ยวข้องกับ ระบบประสาทอัตโนมัติของมนุษย์ ได้อย่างเหมาะสม	นำภาพมาใช้ในการสร้าง แบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับ การทำงานของระบบ ประสาทเมื่อหนีรถยนต์ที่ กำลังพุ่งเข้าหา	4	ข้อ 1
13. สร้างแบบจำลองที่สื่อถึงการ ตอบสนองของร่างกายที่เกิดจาก การทำงานของระบบประสาทได้	สร้างแบบจำลองที่เกี่ยวข้อง กับการทำงานของระบบ ประสาทเมื่อหนีรถยนต์ที่ กำลังพุ่งเข้าหา	4	ข้อ 1

รายการประเมิน			
จุดประสงค์	ตัวบ่งชี้	ใบกิจกรรมที่	ข้อคำถาม
14. อธิบายองค์ประกอบย่อยของภาพระบบประสาทที่เป็นใจความสำคัญได้	สรุปใจความสำคัญจากแบบจำลองการทำงานของระบบประสาทเมื่อหนีรถยนต์ที่กำลังพุ่งเข้าหา	4	ข้อ 2
15. ระบุรายละเอียดภาพที่เป็นแบบจำลองอวัยวะรับรู้ความรู้สึกได้	ระบุภาพการทำงานของระบบประสาทในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะรับรู้ความรู้สึก	6	ข้อ 1
16. สืบค้นข้อมูลที่เป็นรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะรับรู้ความรู้สึกได้	ค้นหาภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะรับรู้ความรู้สึก	6	ข้อ 2
17. อธิบายภาพกระบวนการรับรู้ความรู้สึกจากอวัยวะรับรู้ความรู้สึกและสามารถบอกอาการเมื่ออวัยวะรับรู้ความรู้สึกเสียหายได้	อธิบายภาพการทำงานของระบบประสาทในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะรับรู้ความรู้สึก	6	ข้อ 2
18. ประเมินถึงข้อดีข้อเสียในแบบจำลองภาพที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะรับรู้ความรู้สึกได้	ประเมินข้อดีข้อเสียของแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะรับรู้ความรู้สึก	6	ข้อ 3
19. เลือกใช้ภาพที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะรับรู้ความรู้สึกของมนุษย์ได้	นำภาพมาใช้ในการสร้างแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะรับรู้ความรู้สึก	6	ข้อ 1

รายการประเมิน			
จุดประสงค์	ตัวบ่งชี้	ใบ กิจกรรมที่	ข้อคำถาม
	ความรู้สึก		
20. สร้างแบบจำลองที่สื่อถึงการ รับความรู้สึกจากอวัยวะรับ ความรู้สึกได้	สร้างแบบจำลองที่เกี่ยวข้อง กับการทำงานของระบบ ประสาทในสถานการณ์ที่ เกี่ยวข้องกับอวัยวะรับ ความรู้สึก	6	ข้อ 1
21. อธิบายองค์ประกอบย่อยของ ภาพอวัยวะรับความรู้สึกที่เป็น ใจความสำคัญได้	สรุปใจความสำคัญจาก แบบจำลองการทำงานของ ระบบประสาทใน สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ อวัยวะรับความรู้สึก	6	ข้อ 2

4.4 สร้างใบกิจกรรม ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

4.5 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ โดยดัดแปลง เกณฑ์ประเมินความฉลาดรู้เชิงภาพจาก ศิริเพ็ญ ภูมิภิญโญ (2559) การให้คะแนนมี 3 ระดับ ดังนี้ แสดงพฤติกรรมครบถ้วนได้ 2 คะแนน แสดงพฤติกรรมบางส่วนได้ 1 คะแนน และไม่สามารถแสดง พฤติกรรมได้ได้ 0 คะแนน เกณฑ์การให้คะแนนของตัวบ่งชี้ต่าง ๆ ของความฉลาดรู้เชิงภาพ

4.6 นำแบบประเมินทักษะการรู้เชิงภาพไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ อาจารย์ ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ อาจารย์ คณะศึกษาศาสตร์ และครูชำนาญการพิเศษในรายวิชาชีววิทยา สอนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อประเมินความสอดคล้อง (Index of consistency: IOC) ระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์ตาม ตัวบ่งชี้ของความฉลาดรู้เชิงภาพ มีเกณฑ์การประเมินดังนี้

+1 หมายถึง มีความเห็นด้วยว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับจุดประสงค์ เกี่ยวกับความฉลาดรู้เชิงภาพ

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับจุดประสงค์เกี่ยวกับ ความฉลาดรู้เชิงภาพ

-1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับจุดประสงค์เกี่ยวกับความฉลาดรู้เชิงภาพ

การหาประสิทธิภาพ ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จากการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่าใบกิจกรรม มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 แสดงถึงว่าใบกิจกรรมประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

4.7 นำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านไปปรับปรุง และแก้ไข ใบกิจกรรมที่ใช้ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ให้มีความเหมาะสม

4.8 นำใบกิจกรรมไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุพรรณบุรี

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 ดำเนินการโดยใช้การจัดการเรียนรู้ระหว่างปฏิบัติการทดลองตามวงจรวิจัยปฏิบัติการ (วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์, 2561) ดังนี้ 1) ขั้นวางแผน (Planning) 2) ขั้นปฏิบัติการ (Action) 3) ขั้นสังเกตการณ์ (Observation) และ 3) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection) จำนวน 3 วงรอบ ดังภาพ 4



ภาพ 4 ขั้นตอนปฏิบัติการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

6.1 นักเรียนทำแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกก่อนการจัดการเรียนรู้

6.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการ (วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์, 2561) จำนวน 3 วงรอบ

วงรอบที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การทำงานของระบบประสาท โสมาทิกโนมนุษย์

ขั้นที่ 1 วางแผน

วางแผนออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบประสาทโสมาทิกโนมนุษย์ โดยกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติการ

ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

ขั้นที่ 3 สังเกตการณ์

เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ ด้วยใบกิจกรรม เรื่อง แบบจำลองระบบประสาทของมนุษย์ และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติการ

สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เครื่องมือในขั้นตอนสังเกตการณ์ มาวิเคราะห์เพื่อประเมินผลการจัดการเรียนรู้ หาจุดดีจุดด้อย นำมาปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

วงรอบที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติในมนุษย์

ขั้นที่ 1 วางแผน

นำผลการประเมินจากการสะท้อนผลการปฏิบัติของวงรอบที่ 1 มาปรับแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบประสาทอัตโนมัติในมนุษย์ แล้วสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือตามที่ได้วางแผนไว้

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติการ

ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

ขั้นที่ 3 สังเกตการณ์

เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ ด้วยใบกิจกรรม เรื่อง แบบจำลองระบบประสาทอัตโนมัติของมนุษย์ และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติการ

สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เครื่องมือในขั้นตอนสังเกตการณ์ มาวิเคราะห์เพื่อประเมินผลการจัดการเรียนรู้ หาจุดดีจุดด้อย นำมาปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

วงรอบที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง อวัยวะรับรู้ความรู้สึกในมนุษย์

ขั้นที่ 1 วางแผน

นำผลการประเมินจากการสะท้อนผลการปฏิบัติของวงรอบที่ 2 มาปรับแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง อวัยวะรับรู้ความรู้สึกในมนุษย์ แล้วสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือตามที่ได้วางแผนไว้

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติการ

ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

ขั้นที่ 3 สังเกตการณ์

เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ ด้วยใบกิจกรรม เรื่อง แบบจำลอง อวัยวะรับสัมผัส และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติการ

สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เครื่องมือในขั้นตอนสังเกตการณ์ มาวิเคราะห์ เพื่อประเมินผลการจัดการเรียนรู้

6.3 นักเรียนทำแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกหลังการจัดการเรียนรู้

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 การวิเคราะห์ข้อมูลนำไปสู่การตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 1

ผู้บันทึกข้อมูลประกอบด้วย ผู้วิจัย และครูผู้สอนชีววิทยาที่มีประสบการณ์การสอนมากกว่า 10 ปี จำนวน 1 ท่าน โดยครูผู้สอนชีววิทยาจะทำการสังเกตการสอนขณะที่ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ โดยสังเกตการสอนว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้หรือไม่ และบันทึกจุดเด่น จุดที่ควรปรับปรุงและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

7.1.2 อ่านข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ตามประเด็นต่าง ๆ ที่ได้ตั้งไว้

7.1.3 จัดระเบียบข้อมูล กำหนดรหัสข้อมูล

7.1.4 ทำสรุปข้อมูลเป็นความเรียง ประกอบด้วย จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนาและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

7.1.5 ตรวจสอบหาความน่าเชื่อถือของข้อมูล โดยใช้วิธีตรวจสอบข้อมูลด้านแหล่งข้อมูล (Resource Triangulation)

7.2 การวิเคราะห์ข้อมูลนำไปสู่การตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 2

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่การตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 2 ใช้เครื่องมือคือ แบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก เพื่อวัดความฉลาดรู้เชิงภาพเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ประกอบด้วยตัวบ่งชี้จำนวน 7 ตัวบ่งชี้ มีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

7.2.1 วิเคราะห์ข้อมูลจากคำตอบในแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ ประเมินตามตัวบ่งชี้ทั้ง 7 ตัวบ่งชี้

7.2.2 จัดทำข้อมูลให้ในรูปของค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนนักเรียนที่ได้ระดับต่าง ๆ ตามตัวบ่งชี้ และร้อยละคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เชิงภาพแต่ละตัวบ่งชี้และภาพรวม พร้อมทั้งหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยมีการแปลความหมายของร้อยละคะแนน (ศิริเพ็ญ ภูมิภักขิณ, 2559) ดังนี้

61 – 100	คะแนน หมายถึง	ความฉลาดรู้เชิงภาพอยู่ในระดับสูง
50 - 60	คะแนน หมายถึง	ความฉลาดรู้เชิงภาพอยู่ในระดับปานกลาง
1 – 49	คะแนน หมายถึง	ความฉลาดรู้เชิงภาพอยู่ในระดับต่ำ

7.2.3 เปรียบเทียบความฉลาดรู้เชิงภาพก่อนและหลังการจัดกาเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน



บทที่ 4

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพในเรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยเริ่มจากการสำรวจความฉลาดรู้เชิงภาพของนักเรียนเรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกก่อนเรียนจากแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ จากนั้นดำเนินการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในเรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก จากนั้นทำการตรวจสอบผลความฉลาดรู้เชิงภาพผ่านแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ ภายหลังการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียดผลการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

จากคำถามวิจัยข้อที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ควรเป็นอย่างไร

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน แผนละ 4 ชั่วโมงซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก (ค่าเฉลี่ยในภาพรวม 4.34) ดำเนินการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 วงรอบ แต่ละวงรอบจะมีการสะท้อนผลการปฏิบัติงานจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและครูผู้สอนชีววิทยา ซึ่งสามารถสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างแบบจำลองทางความคิด

ขั้นตอนนี้เป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้วิดีโอที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเมื่อเจออาหารเพื่อเชื่อมโยงให้นักเรียนเข้าสู่เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท หลังจากนั้นจะใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนและให้นักเรียนวาดแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับประสาทในมนุษย์ที่อยู่ในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 1 พบว่านักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทโซมาติกที่กำลังจะเรียนได้ เนื่องจากสื่อวิดีโอที่ใช้

เพื่อการเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียนกับความรู้เรื่องระบบประสาทโซมาติกนั้น เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่ออาหารของปะการังแอกเนซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในไฟลัมไนดาเรีย (Cnidaria) จะเห็นได้ว่าสิ่งมีชีวิตที่นำมาให้นักเรียนดูเพื่อที่จะเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหานี้ที่นักเรียนพบเห็นได้ยากและไม่ได้เป็นสิ่งมีชีวิตที่พบได้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่าสื่อวิดีโอที่นำมาเสนอให้นักเรียนดูมีความห่างไกลจากชีวิตประจำวันนักเรียนมากจึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาจากวิดีโอเข้ากับบทเรียนที่ครูจะสอนได้ (ครูผู้สอนชีววิทยาและผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564)

นอกจากนี้ยังพบว่าในช่วงแรก ๆ ของการจัดการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน โดยการให้นักเรียนวาดภาพนั้นพบว่า นักเรียนไม่กล้าที่จะลงมือวาดภาพแบบจำลองความคิดเดิมของระบบประสาทมนุษย์ในเรื่องระบบประสาทโซมาติก เนื่องจากนักเรียนกลัวว่าจะวาดภาพออกมาไม่ดีและไม่ค่อยเคยกับการวาดภาพ (ผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564) จึงส่งผลให้นักเรียนใช้เวลานานมากในการวาดภาพ (ผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564) และนักเรียนหลายคนอยู่ในภาวะกดดันที่ต้องวาดภาพที่นักเรียนไม่คุ้นเคย (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564) นักเรียนจึงไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ในเรื่องระบบประสาทโซมาติกออกมาได้เต็มที่ เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวนั้นพบว่าครูผู้สอนมีการสร้างบรรยากาศที่กดดันนักเรียน (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564) และกระตุ้นนักเรียนให้ลงมือวาดบ่อยเกินไป (ผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564)

จะเห็นได้ว่าในวงรอบนี้มีการใช้สื่อเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาที่ไกลตัวจากชีวิตประจำวันของนักเรียนมากเกินไปและครูผู้สอนต้องการใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ให้ได้ตามกำหนดที่ตั้งไว้ส่งผลให้เกิดบรรยากาศที่กดดันนักเรียนมากเกินไป ดังนั้นในวงรอบต่อไปจึงควรใช้สื่อวิดีโอที่มีความใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนและสร้างบรรยากาศที่ผ่อนคลายให้กับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถวาดภาพที่นักเรียนไม่คุ้นเคยได้

ในวงรอบที่ 2 พบว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ได้ดีขึ้น (ผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รอบที่ 2, 8 พฤศจิกายน 2564) และมีความสนใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น มีส่วนร่วมในการตอบคำถามมากยิ่งขึ้น (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รอบที่ 2, 8 พฤศจิกายน 2564) เนื่องจากสื่อวิดีโอที่ใช้เพื่อกระตุ้นความสนใจและความรู้เดิมของนักเรียนนั้นได้ปรับจากสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในไฟลัมไนดาเรียให้มาอยู่ในไฟลัมคอร์ดาตา (Chordata) ซึ่งเป็นไฟลัมของมนุษย์ โดยเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทอัตโนมัติของมนุษย์เมื่ออยู่ในภาวะที่ตกใจ จะเห็นได้ว่าวิดีโอที่ครูผู้สอนได้นำมาใช้มีความใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนมาก

ยิ่งขึ้น (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รอบที่ 2, 8 พฤศจิกายน 2564) และนอกจากนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่ได้มากขึ้น ครูผู้สอนได้ให้นักเรียนจินตนาการถึงสภาวะที่นักเรียนเจอเหตุการณ์ที่อันตรายหรือตกใจ หลังจากนั้นครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับภาวะที่เกิดขึ้นกับร่างกาย เช่น การขยับของร่างกายมีการขยับเข้าหาหรือหลีกเลี่ยง การเต้นของหัวใจ ภูม่านตา ความอยากอาหาร มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง เป็นต้น

นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนสามารถวาดภาพความรู้เดิมได้ดีขึ้น (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รอบที่ 2, 8 พฤศจิกายน 2564) วาดองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบประสาทได้มากขึ้น มีความกล้าที่จะลงมือวาดมากขึ้น (ผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รอบที่ 2, 8 พฤศจิกายน 2564) เนื่องจากครูผู้สอนสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ผ่อนคลายมากยิ่งขึ้น (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รอบที่ 2, 8 พฤศจิกายน 2564) โดยมีการเข้าไปพูดคุยกับนักเรียนอย่างเป็นกันเองและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ถามคำถามที่เกี่ยวข้องกับงานมากขึ้น (ผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รอบที่ 2, 8 พฤศจิกายน 2564)

เนื่องจากนักเรียนสามารถวาดภาพได้คล่องขึ้นและกล้าที่จะลงมือวาดภาพมากขึ้นส่งผลให้นักเรียนสามารถวาดรายละเอียดต่าง ๆ ของระบบประสาทจากความรู้เดิมของนักเรียนได้มากขึ้น และนอกจากนี้ยังมีกระบวนการที่เพิ่มเข้ามาคือการให้นักเรียนได้จินตนาการเกี่ยวกับสถานการณ์เมื่อนักเรียนอยู่ในภาวะที่ตกใจแล้วนึกถึงการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย ส่งผลให้ในวงจรที่ 2 มีการใช้เวลามากเกินไป (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รอบที่ 2, 8 พฤศจิกายน 2564) เพราะฉะนั้นในวงจรต่อไปจึงจำเป็นต้องแก้ไขปัญหาดังกล่าวเกี่ยวกับการควบคุมเวลาให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

ในวงจรที่ 3 พบว่าในการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนมีการจัดการเวลาได้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น (ครูผู้สอนชีววิทยาและผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รอบที่ 3, 15 พฤศจิกายน 2564) เนื่องจากในขั้นตอนใช้สื่อวิดีโอเพื่อกระตุ้นความสนใจและความรู้เดิมของนักเรียนครูผู้สอนได้ให้นักเรียนดูสื่อวิดีโอไปพร้อม ๆ กับการรับรู้ความรู้สึกจากวิดีโอโดยใช้อวัยวะสัมผัสของนักเรียนเวลาที่ใช้นั้นจึงน้อยลง เวลาที่เหลือจากการจัดการเรียนรู้ช่วงนี้จึงนำไปใช้กับการจัดการเรียนรู้ในช่วงการวาดภาพความรู้เดิมของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะสัมผัส ส่งผลให้นักเรียนสามารถวาดภาพความรู้เดิมได้ครบถ้วนตามความต้องการของนักเรียน

การจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 สร้างแบบจำลองทางความคิดเป็นขั้นตอนเพื่อกระตุ้นความสนใจและความรู้เดิมของนักเรียนเพราะฉะนั้นสื่อที่ใช้ในขั้นตอนนี้ไม่ควรเป็นสื่อที่ใกล้ตัวนักเรียนมากเกินไป สื่อที่ใช้ควรเป็นสื่อที่นักเรียนคุ้นเคยหรืออยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียนเพื่อที่นักเรียนจะสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมจากสื่อและต่อยอดเข้ากับความรู้ใหม่ที่นักเรียนกำลังจะได้เรียนได้ นอกจากนี้กิจกรรมในการจัดการเรียนรู้โดยส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการวาดภาพซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้ว

นักเรียนไม่ค่อยพบกิจกรรมแบบนี้ในห้องเรียนจึงเป็นเรื่องยากที่นักเรียนจะให้ความร่วมมือ เพราะฉะนั้นการสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้นักเรียนได้รู้สึกผ่อนคลายจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ

ขั้นที่ 2 ประเมินและทบทวนแนวคิด

ขั้นตอนนี้เป็นการเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถที่จะสร้างแบบจำลองในชั้นถัดไปได้ โดยมีการให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียนโดยใช้สื่อที่เป็นวิดีโอและใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนรู้ของเขตของเนื้อหาที่นักเรียนจำเป็นต้องรู้ และนอกจากนี้เพื่อให้นักเรียนได้เห็นแบบจำลองระบบประสาทที่มีความหลากหลายมากขึ้น ผู้วิจัยจึงให้มีการประเมินถึงข้อดีข้อเสียของแบบจำลองนักเรียนโดยการนำแบบจำลองของนักเรียนมาอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนเพื่อให้นักเรียนได้เห็นแบบจำลองต่าง ๆ และเห็นถึงข้อดีข้อเสียในแบบจำลองต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการต่าง ๆ ของระบบประสาท

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในรอบที่ 1 ในวงรอบนี้ครูผู้สอนได้มีการให้นักเรียนดูวิดีโอเกี่ยวกับสมอง เส้นประสาทและกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท 1 รอบ พบว่านักเรียนมีปัญหาในการจับประเด็นสำคัญและขอบเขตของเนื้อหาจากวิดีโอ เนื่องจากเนื้อหามีความยากและมีคำศัพท์ที่มากเกินไป หลังจากให้นักเรียนได้ดูวิดีโอครูผู้สอนได้มีการถามตอบถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวิดีโอ แต่เนื่องจากคำถามของครูผู้สอนเป็นคำถามที่ใช้คำศัพท์ทางเทคนิคที่มากเกินไป (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564) และเป็นคำถามที่ค่อนข้างเป็นคำถามปลายปิด (ผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564) ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ในช่วงนี้นักเรียนจึงมีการโต้ตอบกับครูผู้สอนน้อยและตอบคำถามของครูผู้สอนไม่ค่อยได้

นอกจากนี้ยังพบว่าช่วงอภิปรายถึงข้อดีข้อเสียของแบบจำลองภาพระบบประสาทของนักเรียนที่ได้สร้างขึ้นในขั้นที่ 1 ยังเป็นไปด้วยความล่าช้า และนักเรียนมีการโต้ตอบกันระหว่างภายในกลุ่มน้อย (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564) เนื่องจากครูปล่อยให้กลุ่มนักเรียนได้โต้ตอบกันเองเป็นส่วนใหญ่ (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564) และไม่ค่อยให้คำแนะนำหรือใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน (ผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564)

จะเห็นว่าในรอบนี้ครูมีการให้นักเรียนดูวิดีโอในเรื่องที่ไม่คุ้นเคยน้อยเกินไป นอกจากนี้กิจกรรมหลังจากการดูวิดีโอมีการใช้คำถามที่เป็นปลายปิดและใช้คำศัพท์ที่เป็นศัพท์เทคนิคมากเกินไป จึงส่งผลให้การโต้ตอบระหว่างครูผู้สอนและนักเรียนจึงน้อยลง และนอกจากนี้ยังพบว่ากิจกรรมบางช่วงมีความล่าช้าเนื่องจากครูผู้สอนไม่ได้เข้าไปกระตุ้นนักเรียนปล่อยให้กลุ่มนักเรียนได้ดำเนินกิจกรรมด้วยตัวนักเรียน ดังนั้นในวงรอบถัดไปครูผู้สอนควรใช้คำถามโดยใช้คำศัพท์ที่นักเรียนคุ้นเคยก่อนหลัง

จากนั้นจึงค่อยเชื่อมโยงสู่คำศัพท์ที่เป็นคำศัพท์เทคนิคและในช่วงที่เกิดความล่าช้าและนักเรียนไม่มีลดการโต้ตอบระหว่างกันลงครูควรเข้าไปมีส่วนร่วมพร้อมกับให้คำแนะนำกับนักเรียน

ในวงรอบที่ 2 พบว่าในช่วงการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้รู้ถึงขอบเขตของเนื้อหาและตรวจสอบความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาใหม่ของนักเรียนจากสื่อวิดีโอครูผู้สอนได้ปรับให้นักเรียนได้ดูวิดีโอจาก 1 รอบในวงรอบที่ 1 มาเป็น 2 รอบในวงรอบที่ 2 ส่งผลให้นักเรียนสามารถคุ้นเคยกับเนื้อหาและคำศัพท์ที่เป็นคำศัพท์ทางเทคนิคได้ดีขึ้น หลังจากการดูวิดีโอครูมีการใช้คำถามเพื่อสรุปเนื้อหาในวิดีโอกับนักเรียนได้ดีมากขึ้น (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 2, 8 พฤศจิกายน 2564) โดยมีการใช้คำถามที่เป็นปลายเปิดและมีการใช้คำศัพท์ที่นักเรียนคุ้นเคยมากยิ่งขึ้น (ผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 2, 8 พฤศจิกายน 2564) เช่น มีการกล่าวถึงคำว่าเซลล์ประสาท (nerve cell) ก่อนที่จะใช้คำว่านิวรอน (neuron) ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจในคำถามและมีการโต้ตอบกับครูผู้สอนมากขึ้น

ในช่วงที่มีการอภิปรายเพื่อโต้ตอบหาข้อดีและข้อเสียของแบบจำลองนั้นนักเรียนสามารถระบุถึงข้อดีข้อเสียของแบบจำลองภาพได้มีความชัดเจนมากขึ้นและหาข้อสรุปได้รวดเร็วขึ้น เนื่องจากครูผู้สอนคอยให้คำแนะนำและใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนสังเกตเห็นข้อดีและข้อด้อยของแบบจำลองภาพที่นักเรียนสร้างขึ้นได้ (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 2, 8 พฤศจิกายน 2564) โดยมีการแนะนำให้นักเรียนได้ดูเกี่ยวกับความครบถ้วนขององค์ประกอบแบบจำลองภาพ แบบจำลองนั้น ๆ สู่ถึงเหตุการณ์ที่กำหนดให้ได้ดีหรือไม่ เป็นต้น (ผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 2, 8 พฤศจิกายน 2564)

จะเห็นได้ว่าในวงรอบนี้นักเรียนคุ้นเคยกับเนื้อหาและคำศัพท์ได้ดีขึ้น มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ มากขึ้นและสามารถมองเห็นจุดเด่นจุดด้อยของแบบจำลองได้ดีขึ้นจากในวงรอบที่ 1 แต่ในวงรอบที่ 2 นี้ยังพบปัญหาเกี่ยวกับการนำเสนอแบบจำลองภาพหน้าชั้นเรียน โดยการนำเสนอของนักเรียนนั้นมีส่วนน้อยมากที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้น (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 2, 8 พฤศจิกายน 2564) โดยส่วนใหญ่เน้นคำอธิบายหรือนำเสนอไม่มีความเกี่ยวข้องกับแบบจำลองภาพเท่าที่ควร (ผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 2, 8 พฤศจิกายน 2564) เพราะฉะนั้นในวงรอบถัดไปครูควรมีการให้คำแนะนำนักเรียนก่อนนำเสนอและให้เวลานักเรียนในช่วงหาข้อสรุปเกี่ยวกับข้อดีข้อเสียของแบบจำลองภาพที่มากขึ้น

ในวงรอบที่ 3 พบว่าในช่วงที่นำเสนอแบบจำลองภาพหน้าห้องนั้นนักเรียนสามารถนำเสนอข้อมูลได้มีความสอดคล้องกับแบบจำลองภาพมากขึ้น (ครูผู้สอนชีววิทยาและผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 3, 15 พฤศจิกายน 2564) เนื่องจากในช่วงอภิปรายถึงข้อดีข้อเสียของแบบจำลองก่อนที่จะออกมานำเสนอนั้นครูให้ได้เวลานักเรียนในการเตรียมตัวมากยิ่งขึ้น ทำให้นักเรียนมีเวลาศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองภาพระบบประสาทที่มากขึ้น นอกจากนี้ครูยังให้คำแนะนำ

กับนักเรียนเกี่ยวกับการนำเสนอแบบจำลองภาพ โดยแนะนำให้นักเรียนมองแบบจำลองภาพที่ละส่วนและอธิบายในส่วนนั้น ๆ ก่อน ค่อยไปในส่วนถัด ๆ ไป การนำเสนอจึงมีความสัมพันธ์กับแบบจำลองมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 ประเมินและทบทวนแนวความคิดของนักเรียน เป็นขั้นตอนให้นักเรียนได้ตรวจสอบประเมินความรู้เดิม รู้ขอบเขตของแนวคิดที่จะเรียนเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่แนวคิดใหม่และนำไปสร้างแบบจำลองภาพได้ เพราะฉะนั้นในขั้นตอนนี้สื่อที่ใช้เพื่อให้นักเรียนได้รู้เกี่ยวกับแนวคิดใหม่ เช่น วิดีโอที่จะเป็นให้นักเรียนดูควรให้นักเรียนได้ดูมากกว่า 1 รอบเพื่อให้ นักเรียนได้คุ้นเคยกับเนื้อหาและคำศัพท์เทคนิคและเมื่อมีการตั้งคำถามหรือพูดคุยเกี่ยวกับเนื้อหาให้ครูผู้สอนควรใช้คำศัพท์ที่ใกล้ตัวนักเรียนก่อนจึงค่อยใช้คำศัพท์ที่ไกลตัวนักเรียนมากยิ่งขึ้น ส่วนในช่วงการอภิปรายถึงข้อดีข้อเสียของแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้นนั้นครูผู้สอนควรเข้าไปให้คำแนะนำนักเรียนเป็นระยะ ๆ เพื่อให้นักเรียนได้เห็นจุดเด่นและจุดด้อยของแบบจำลองภาพได้ชัดเจนขึ้น และในส่วนของการนำเสนอที่นักเรียนได้นำเสนอครูผู้สอนอาจต้องเข้าไปให้คำแนะนำเล็ก ๆ น้อยที่เกี่ยวข้องกับการนำเสนอเพื่อให้การนำเสนอของนักเรียนนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งที่นักเรียนจะนำเสนอ

ขั้นที่ 3 สร้างแบบจำลอง

ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือเพื่อสร้างแบบจำลองภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนด ซึ่งแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นนั้นสามารถสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือและเว็บไซต์ เป็นต้น เพื่อให้ นักเรียนสามารถนำข้อมูลที่ได้มาสร้างสรรค์เป็นแบบจำลองภาพของตนเองในรูปแบบที่เข้าใจง่าย โดยองค์ประกอบของแบบจำลองภาพประกอบไปด้วยภาพ ตัวอักษรและสัญลักษณ์ เมื่อนักเรียนสร้างแบบจำลองเสร็จสิ้นนักเรียนจะต้องออกมาแนะนำแบบจำลองของตนให้เพื่อนนักเรียนฟังเพื่อเป็นการอธิบายรายละเอียดของแบบจำลองภาพของตนเอง

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 1 พบว่า ในวงรอบนี้ครูผู้สอนได้ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองภาพของระบบประสาทโซมาติกในสถานการณ์หยิบเฟรนช์ฟรายส์เข้าปาก ในขั้นตอนแรกครูผู้สอนจึงสอนให้นักเรียนวาดภาพโดยให้รู้จักองค์ประกอบการวาดภาพทางวิทยาศาสตร์ (Dempsey, 2009) และฝึกวาดภาพง่าย ๆ เกี่ยวกับระบบประสาท หลังจากนั้นครูให้นักเรียนได้ลงมือสร้างแบบจำลองภาพระบบประสาทตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ ในช่วงแรกของการสร้างแบบจำลองภาพนักเรียนใช้เวลานานมากก่อนที่จะเริ่มสร้าง (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564) และโดยเวลาที่ใช้ไปในช่วงแรกนั้นนักเรียนใช้ไปกับการปรึกษาหารือกันเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองภาพ (ผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564) เนื่องจากนักเรียนหลายคนไม่ถนัดที่จะวาดภาพ นอกจากนี้

ครูผู้สอนได้สร้างภาวะกดดันให้นักเรียนโดยให้นักเรียนเร่งวาดภาพให้เสร็จในเวลาที่กำหนด (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564) และครูผู้สอนไม่ค่อยมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน เข้าไปให้คำแนะนำนักเรียนน้อยมาก (ผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564)

ในวงรอบนี้จะเห็นได้ว่าในช่วงแรกที่ครูผู้สอนให้นักเรียนได้ฝึกวาดรูปนั้นครูให้เวลาน้อยไปจึงทำให้นักเรียนบางส่วนจึงยังไม่เข้าใจกับการวาดภาพทางวิทยาศาสตร์และนอกจากในการจัดการเรียนรู้ชั้นสร้างแบบจำลองนั้นนักเรียนใช้เวลานานมากถึงจะลงมือสร้างภาพจำลองภาพเนื่องจากนักเรียนหลายคนอยู่ในภาวะกดดันและครูเข้าไปให้คำแนะนำกับนักเรียนน้อยมากในวงรอบถัดไปครูผู้สอนจึงควรเพิ่มเวลาในการฝึกวาดภาพของนักเรียนให้มากขึ้น สร้างบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ให้ผ่อนคลายและเดินดูและให้คำแนะนำนักเรียนมากขึ้น

ในวงรอบที่ 2 ครูผู้สอนให้เวลาในการฝึกวาดภาพของนักเรียนมากขึ้น นักเรียนจึงมีเวลาฝึกวาดภาพมากขึ้น ภาพวาดของนักเรียนโดยส่วนใหญ่จึงสื่อถึงระบบประสาทได้ดีขึ้น (ผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รอบที่ 2, 8 พฤศจิกายน 2564) และในส่วนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองภาพระบบประสาทอัตโนมัติจากสถานการณ์หนีรถยนต์ที่กำลังพุ่งเข้าชนนั้น พบว่านักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองภาพได้ดีขึ้น มีรายละเอียดที่มากยิ่งขึ้น และมีความสุขกับการสร้างแบบจำลองภาพมากขึ้น บรรยากาศผ่อนคลายขึ้น (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รอบที่ 2, 8 พฤศจิกายน 2564) เนื่องจากครูผู้สอนเข้าไปคุยกับนักเรียนและให้คำแนะนำนักเรียนมากขึ้น (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รอบที่ 2, 8 พฤศจิกายน 2564) นอกจากนี้ครูผู้สอนให้เวลาที่เพียงพอต่อการสร้างแบบจำลองภาพ นักเรียนจึงสามารถสร้างแบบจำลองภาพได้ (ผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รอบที่ 2, 8 พฤศจิกายน 2564)

จากข้อความข้างต้นพบว่าในวงรอบที่ 2 บรรยากาศในห้องเรียนที่ผ่อนคลาย โดยการที่ครูผู้สอนเข้าไปพูดคุยกับนักเรียน สร้างปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนบ่อย ๆ พร้อมให้คำแนะนำนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนรู้และสามารถสร้างแบบจำลองภาพตามความคิดของนักเรียนได้มากขึ้น แต่ยังคงพบว่าแหล่งข้อมูลที่นักเรียนใช้ค้นหานั้นอาจจะยังไม่มีหลากหลายมากเพียงพอจึงส่งผลให้แบบจำลองของนักเรียนนั้นมีความสัมพันธ์กับสถานการณ์ที่กำหนดให้น้อย ในวงรอบถัดไปครูผู้สอนควรให้คำแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับแหล่งสืบค้นต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองภาพได้สอดคล้องกับสถานการณ์มากยิ่งขึ้น

ในวงรอบที่ 3 เป็นการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองภาพระบบประสาทในด้านที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะรับสัมผัส โดยในวงรอบนี้ครูผู้สอนต้องการให้นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์มากขึ้น และสามารถสื่อให้ผู้อื่นได้เข้าใจมากขึ้น เพราะฉะนั้น

ก่อนที่นักเรียนจะสร้างแบบจำลองภาพนั้นครูผู้สอนได้แนะนำเว็บไซต์ต่าง ๆ และหลักการค้นหาสื่อภาพ เพื่อให้นักเรียนได้เห็นสื่อภาพที่เกี่ยวข้องได้อย่างหลากหลายมากยิ่งขึ้นและเห็นองค์ประกอบของภาพในหลากหลายแบบซึ่งในบางภาพไม่สามารถแสดงให้เห็นได้ ส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองภาพได้ตรงตามสถานการณ์ที่กำหนดให้มากขึ้น (ผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ รวรอบที่ 3, 15 พฤศจิกายน 2564) และอธิบายแบบจำลองภาพได้สอดคล้องกับสถานการณ์มากขึ้น (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ รวรอบที่ 3, 15 พฤศจิกายน 2564)

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 สร้างแบบจำลอง ควรมีการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ผ่อนคลายพร้อมให้เวลากับนักเรียนในการฝึกวาดภาพที่เพียงพอ ครูผู้สอนควรมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนให้มาก ๆ เข้าไปพูดคุยพร้อมให้คำแนะนำกับนักเรียน

ขั้นที่ 4 ประเมินแบบจำลอง

ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้ร่วมกันประเมินถึงข้อดีข้อเสียของแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้นหลังจากที่ได้ดูและได้ฟังเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ นำเสนอ โดยครูผู้สอนและนักเรียนจะร่วมกันอภิปรายจุดเด่นและจุดด้อยของแบบจำลองภาพหลังจากจบการนำเสนอ หลังจากร่วมกันอภิปรายครูผู้สอนให้นักเรียนร่วมกันแก้ไขแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้นเพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่สมบูรณ์ที่สุด โดยนักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องได้ตลอดเวลา

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในร่วรอบที่ 1 พบว่า หลังจากนักเรียนได้นำเสนอแบบจำลองภาพของตนเองจากขั้นที่ 3 สร้างแบบจำลองแล้ว ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแบบจำลองที่นักเรียนได้ออกมานำเสนอ โดยในช่วงนี้พบว่าครูมีบทบาทโดยส่วนใหญ่ (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ รวรอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564) และนักเรียนโดยส่วนใหญ่ไม่มีการโต้ตอบกับครูผู้สอน (ผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ รวรอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564) จึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถมองเห็นจุดดีและจุดเด่นของแบบจำลองภาพได้ด้วยตัวนักเรียนเอง และในส่วนของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องลงมือแก้ไขแบบจำลองภาพนักเรียนจึงแก้ไขแบบจำลองภาพของนักเรียนได้น้อย (ผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ รวรอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564) และในระหว่างนักเรียนแก้ไขแบบจำลองครูผู้สอนมีการเดินดูนักเรียนเป็นระยะ ๆ แต่มีการให้คำแนะนำเกี่ยวกับการแก้ไขแบบจำลองภาพกับนักเรียนน้อย (ครูผู้สอนชีววิทยาและผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ รวรอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564) กิจกรรมในช่วงนี้จึงใช้เวลาสั้นและผ่านไปอย่างรวดเร็ว

จะเห็นว่าว่ารอบนี้นักเรียนมีการตอบสนองหรือโต้ตอบกับครูผู้สอนน้อยมาก เพราะฉะนั้นในว่ารอบถัดไปครูผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนมีการตอบสนองและสะท้อนจุดดีจุดเด่นของแบบจำลองภาพด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น และในช่วงกิจกรรมที่นักเรียนต้องลงมือแก้ไขแบบจำลองครูผู้สอนควรปรับจากการเดินดูนักเรียนเพียงอย่างเดียวมาให้คำแนะนำนักเรียนที่มากขึ้น

วงรอบที่ 2 พบว่านักเรียนมีการตอบสนองและโต้ตอบกับครูมากยิ่งขึ้น (ครูผู้สอนชีววิทยา และผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 2, 8 พฤศจิกายน 2564) เนื่องจากในช่วงอภิปรายถึงข้อดีข้อเสียของแบบจำลองภาพครูมีการกระตุ้นนักเรียนให้เกิดการโต้ตอบโดยการใช้อคำถาม (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 2, 8 พฤศจิกายน 2564) เช่น นักเรียนเห็นอะไรจากแบบจำลองภาพบ้าง นักเรียนเข้าใจแบบจำลองภาพที่นำมาอธิบายกระบวนการของระบบประสาทมากน้อยเพียงไร องค์ประกอบของระบบประสาทถูกต้องหรือไม่อย่างไรและนักเรียนคิดว่าแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นมีข้อดีและข้อเสียอย่างไร

ส่วนในช่วงกิจกรรมที่นักเรียนต้องแก้ไขแบบจำลองภาพ ครูผู้สอนเดินเข้าไปดูนักเรียนบ่อยขึ้นพร้อมคำแนะนำกับนักเรียน และตอบคำถามในสิ่งที่นักเรียนสงสัย นักเรียนจึงสามารถเห็นข้อดีข้อเสียของแบบจำลองภาพมากขึ้น และสามารถแก้ไขแบบจำลองภาพได้มากขึ้นและดีขึ้น (ครูผู้สอนชีววิทยาและผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 2, 8 พฤศจิกายน 2564) จึงส่งผลให้ในขั้นตอนนี้ นักเรียนใช้เวลาเพิ่มขึ้นในการแก้ไขแบบจำลองภาพ

ในวงรอบนี้ครูผู้สอนมีการใช้อคำถามกระตุ้นการตอบสนองของนักเรียนส่งผลให้นักเรียนมีการตอบสนองและบอกจุดดีจุดเด่นของแบบจำลองภาพที่ดีขึ้นและในช่วงที่นักเรียนแก้ไขแบบจำลองครูเดินดูนักเรียนและให้คำแนะนำกับนักเรียนส่งผลให้นักเรียนเข้าใจในการแก้ไขแบบจำลองภาพได้ดีขึ้น แต่ยังพบปัญหาเกี่ยวกับการใช้เวลาที่มากเกินไปในการแก้ไขแบบจำลองภาพ ในขั้นต่อไปครูผู้สอนอาจต้องกำหนดเวลาให้ชัดเจนเพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปตามในเวลาที่กำหนด

วงรอบที่ 3 ในวงรอบนี้การจัดการเรียนรู้มีความราบรื่นมากขึ้นจากวงรอบที่ 2 ครูสามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมได้ดี (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 3, 15 พฤศจิกายน 2564) และนักเรียนสามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ตามเวลาที่กำหนด (ผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 3, 15 พฤศจิกายน 2564) เนื่องจากในวงรอบนี้ครูผู้สอนได้กำหนดเวลาให้กับนักเรียนอย่างชัดเจนก่อนทำกิจกรรมในด้านต่าง ๆ

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 4 ประเมินแบบจำลอง ครูผู้สอนควรมีการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นและแนะให้นักเรียนได้เห็นถึงจุดเด่นและจุดด้อยของแบบจำลองของนักเรียน และในส่วนขอขั้นตอนการแก้ไขแบบจำลองครูผู้สอนควรกำหนดเวลาให้ชัดเจนก่อนการทำกิจกรรม เดินดูนักเรียนอยู่ตลอดเวลาพร้อมให้คำแนะนำกับนักเรียน

ขั้นที่ 5 ขยายแบบจำลอง

ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ใช้แบบจำลองภาพระบบประสาทที่นักเรียนได้สร้างขึ้นและปรับปรุงแล้วมาใช้อธิบายสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท และหลังจากเสร็จสิ้นการอธิบายสถานการณ์ใหม่จากแบบจำลองภาพแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปเนื้อหาของระบบประสาทที่เกี่ยวข้อง

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 1 พบว่า นักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงเหตุการณ์ใหม่ที่ครูผู้สอนได้ยกมาเพื่ออธิบายร่วมกับแบบจำลองภาพที่นักเรียนสร้างได้ นอกจากนี้การโต้ตอบระหว่างนักเรียนกับครูมีน้อยมาก เนื่องจากครูผู้สอนยังไม่สามารถนำกิจกรรมได้ดี (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564) และมีการใช้คำถามที่เป็นปลายปิด (ผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564) เช่น สมองส่วนใดทำหน้าที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหว เป็นต้น จึงทำให้นักเรียนที่ไม่ได้รู้เรื่องสมองไม่สามารถตอบได้

การจัดการเรียนรู้ในส่วนนี้ครูผู้สอนควรมีการแนะนำนักเรียนให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองภาพและสถานการณ์ที่ครูผู้สอนได้กำหนดไว้พร้อมต้องใช้คำถามปลายเปิดในการซักถามนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงสถานการณ์ที่กำหนดให้กับแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้น และมีการโต้ตอบกับครูผู้สอนมากยิ่งขึ้น

วงรอบที่ 2 วงรอบนี้เป็นการเชื่อมโยงแบบจำลองภาพระบบประสาทอัตโนมัติกับสถานการณ์หลังผ่านเหตุการณ์อันตราย โดยในวงรอบนี้นักเรียนสามารถเชื่อมสถานการณ์ที่ครูผู้สอนได้กำหนดเข้ากับแบบจำลองภาพที่นักเรียนสร้างขึ้นได้ดี (ครูผู้สอนชีววิทยาและผู้วิจัย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 1, 1 พฤศจิกายน 2564) เนื่องจากครูผู้สอนมีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อแนะนำนักเรียน เช่น สถานการณ์ที่นักเรียนได้รับมอบหมายนั้นนักเรียนคิดว่าส่งผลอะไรกับร่างกายนักเรียนบ้างและสามารถเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ในแบบจำลองภาพของนักเรียนได้อย่างไร

จะพบว่าในวงรอบนี้ครูควรให้คำถามปลายเปิดเพื่อแนะนำให้นักเรียนได้คิดและตอบได้อย่างอิสระ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถโต้ตอบกับครูผู้สอนได้ดีและสามารถเชื่อมโยงสถานการณ์ที่กำหนดให้กับแบบจำลองได้

วงรอบที่ 3 เป็นวงรอบที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะรับรู้ความรู้สึก โดยให้นักเรียนได้นำแบบจำลองภาพมาอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ที่มีความผิดปกติของอวัยวะรับรู้ความรู้สึกที่ครูได้กำหนดให้ โดยในครูคอยตั้งคำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม ซึ่งในวงรอบที่ 3 นี้ นักเรียนสามารถอธิบายสถานการณ์ร่วมกับแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นได้ และในส่วนของการสรุปเนื้อหาครูและนักเรียนสามารถสรุปเนื้อหาร่วมกันได้ (ครูผู้สอนชีววิทยา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงรอบที่ 3, 15 พฤศจิกายน 2564)

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 5 ขยายแบบจำลองเป็นขั้นตอนที่นักเรียนอธิบายสถานการณ์ใหม่จากแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้น ในขั้นนี้ครูผู้สอนควรตั้งคำถามปลายเปิดเป็นกระตุ้นความคิดที่หลากหลายของนักเรียนและให้นักเรียนได้มีการโต้ตอบกันมากยิ่งขึ้น และครูผู้สอนควรสรุปเนื้อหาร่วมกับนักเรียน

จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถสรุปได้ว่า

ขั้นที่ 1 สร้างแบบจำลองทางความคิด ขั้นนี้เป็นขั้นที่ต้องกระตุ้นความสนใจและความรู้เดิมของนักเรียนเพราะฉะนั้นสื่อที่ใช้ควรเป็นสื่อที่มีความใกล้เคียงกับนักเรียนหรือเป็นสื่อที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน และครูผู้สอนควรสร้างบรรยากาศที่ผ่อนคลายในการเรียนเพื่อให้นักเรียนได้สนุกกับการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ประเมินและทบทวนแนวคิดของนักเรียน เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้เดิมและแก้ไขเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ความรู้ใหม่ เพราะฉะนั้นในการใช้สื่อเพื่อให้นักเรียนได้ค้นเคยกับเนื้อหาใหม่ เช่น สื่อวิดีโอควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ดูมากกว่า 1 รอบ และในส่วนของ การใช้คำศัพท์ควรใช้คำศัพท์ที่นักเรียนคุ้นเคยก่อนจึงใช้คำศัพท์ที่เป็นคำศัพท์เทคนิค และเมื่อนักเรียนทำกิจกรรมในขั้นที่นักเรียนต้องแก้ไขแบบจำลองจากความรู้เดิมครูผู้สอนควรเดินเข้าไปดูนักเรียนและให้คำแนะนำกับนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ

ขั้นที่ 3 สร้างแบบจำลอง ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ใช้ความรู้มาสร้างแบบจำลองภาพให้เข้ากับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ครูได้กำหนดให้ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะมีความกดดันที่สูง เพราะฉะนั้นครูผู้สอนควรสร้างบรรยากาศที่ผ่อนคลาย มีความเป็นกันเองและคอยให้คำแนะนำกับนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลอง

ขั้นที่ 4 ประเมินแบบจำลอง ในขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนต้องร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อดีข้อเสียของแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นและนำมาแก้ไขเพื่อให้ได้แบบจำลองที่สมบูรณ์ที่สุด ในขั้นตอนนี้เพื่อให้นักเรียนได้เห็นถึงจุดดีและจุดด้อยของแบบจำลองภาพของนักเรียนครูควรแนะนำนักเรียนด้วยการตั้งคำถาม และในช่วงที่นักเรียนลงมือแก้ไขแบบจำลองครูควรเดินดูนักเรียนตลอดเวลา

ขั้นที่ 5 ขยายแบบจำลอง เป็นขั้นตอนที่นำแบบจำลองภาพของนักเรียนมาอธิบายในสถานการณ์ที่แตกต่างจากเดิม ซึ่งในขั้นตอนนี้เพื่อให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นมากยิ่งขึ้นครูผู้สอนควรใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างหลากหลาย

ตอนที่ 2 การรู้เชิงภาพของนักเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

จากคำถามวิจัยข้อที่ 2 ผลการพัฒนาการรู้เชิงภาพเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภายหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นอย่างไร

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของวงรอบ

ปฏิบัติการ 3 วงรอบ ซึ่งความฉลาดรู้เชิงภาพแบ่งตัวบ่งชี้ออกเป็น 7 ตัวบ่งชี้ Pem (2019) คือ ตัวบ่งชี้ที่ 1 การระบุภาพ ตัวบ่งชี้ที่ 2 ค้นหาภาพหรือสื่อภาพ ตัวบ่งชี้ที่ 3 เข้าใจภาพและสื่อภาพ ตัวบ่งชี้ที่ 4 ประเมินภาพ ตัวบ่งชี้ที่ 5 ใช้ภาพและสื่อภาพ ตัวบ่งชี้ที่ 6 สร้างสรรค์ภาพ และตัวบ่งชี้ที่ 7 แยกแยะสิ่งสำคัญจากภาพ โดยใช้ใบกิจกรรมและแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ

ผู้วิจัยได้แสดงผลการวิจัยเป็น 3 ส่วนคือ 1) ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของวงรอบปฏิบัติการ 2) ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และ 3) ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้เชิงภาพระหว่างการจัดการเรียนรู้และจากแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยผลการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของวงรอบปฏิบัติการ

ตัวบ่งชี้ที่ 1 การระบุภาพ

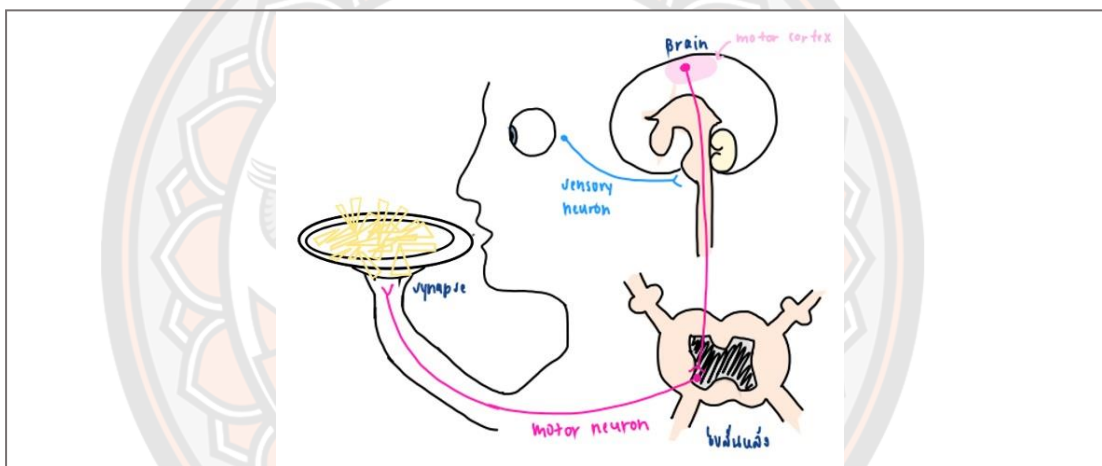
ในตัวบ่งชี้ที่ 1 การระบุภาพ เป็นการระบุองค์ประกอบของการทำงานของระบบประสาทจากแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้น จากตาราง 14 พบว่านักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบของแบบจำลองได้ดีขึ้นในแต่ละวงรอบตามลำดับ

ตาราง 14 ร้อยละจำนวนนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 1 และคะแนนเฉลี่ยที่แสดงเป็นร้อยละของแต่ละวงรอบ

วงรอบที่	ร้อยละจำนวนนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 1			คะแนนเฉลี่ย (ร้อยละ)	S.D.	ระดับ
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ			
1	0.0	31.1	68.9	15.6	0.5	ต่ำ
2	17.8	82.2	0.0	58.9	0.4	ปานกลาง
3	84.4	15.6	0.0	92.2	0.4	สูง

วงรอบที่ 1 นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง แบบจำลองระบบประสาทของมนุษย์ โดยกำหนดให้นักเรียนสร้างภาพแบบจำลองการทำงานของระบบประสาทในมนุษย์ขณะกำลังหยิบเฟรนช์ฟรายส์ จากตาราง 14 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 1 ร้อยละ 15.6 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำ

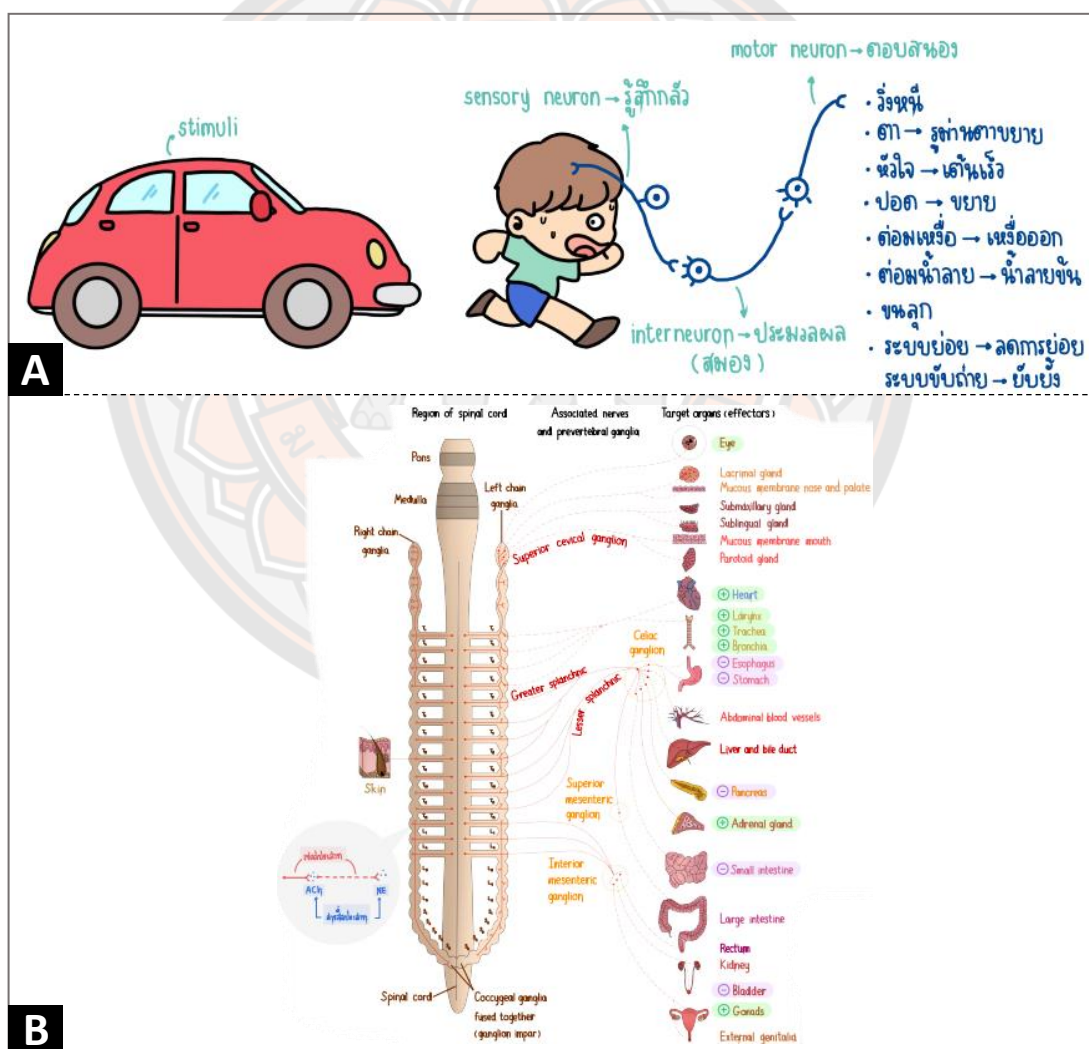
โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนในระดับปานกลาง 31.1 ซึ่งหมายถึงนักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบของภาพได้บางส่วนและในระดับต่ำ 68.9 ซึ่งหมายถึงนักเรียนไม่สามารถระบุองค์ประกอบภาพได้ เนื่องจากในวงรอบนี้นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองได้แต่โดยส่วนใหญ่นักเรียนยังขาดการลงรายละเอียดของแบบจำลอง และนักเรียนส่วนที่เหลือสามารถระบุรายละเอียดของแบบจำลองได้แต่ยังไม่ครบถ้วน จากภาพ 5 แสดงให้เห็นถึงแบบจำลองของนักเรียนในสถานการณ์นำเฟรนซ์พรายส์เข้าปาก จะเห็นว่านักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบ เช่น ชนิดของเซลล์ประสาทบางชนิดได้ คือ เซลล์ประสาทรับความรู้สึก (sensory neuron) และ เซลล์ประสาทสั่งการ (motor neuron) แต่ไม่ได้ระบุเซลล์เซลล์บางชนิดเช่น เซลล์ประสาทประสานงาน (interneuron /association neuron) นอกจากนี้นักเรียนยังขาดการระบุสารสื่อประสาทที่ใช้ในการไซแนปส์และสมองส่วนต่าง ๆ เป็นต้น



ภาพ 5 แบบจำลองระบบประสาทโซมาติกของมนุษย์ของนักเรียนที่สามารถระบุองค์ประกอบของภาพได้บางส่วน ในวงรอบปฏิบัติการ วงรอบที่ 1

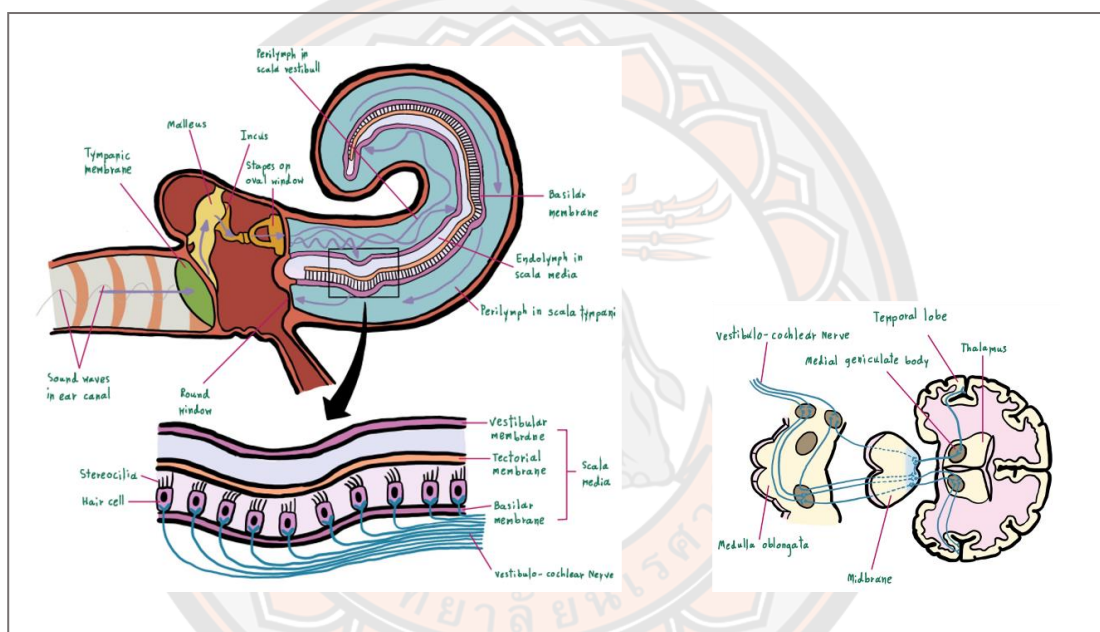
วงรอบที่ 2 นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง แบบจำลองระบบประสาทอัตโนมัติของมนุษย์ โดยกำหนดให้นักเรียนสร้างภาพแบบจำลองการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติขณะที่กำลังหิวยานต์ที่กำลังพุ่งเข้าหา จากตาราง 14 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 1 ร้อยละ 58.9 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนในระดับสูงและปานกลาง คือ 17.8 และ 82.2 ตามลำดับ ในวงรอบที่ 2 จะเห็นว่านักเรียนบรรลุตัวบ่งชี้ที่ 1 ในระดับสูงเพิ่มขึ้นจากในวงรอบที่ 1 ซึ่งไม่พบนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 1 ในระดับสูงเลย ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถระบุรายละเอียดหรือองค์ประกอบของแบบจำลองได้ครบถ้วน และนอกจากนี้ไม่พบนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์คืออยู่ในระดับต่ำเลย ทำให้เห็นว่าในวงรอบที่ 2 นี้ นักเรียนมีการพัฒนาการความฉลาดรู้เชิงภาพ ด้านการระบุภาพเพิ่มขึ้น จากภาพ 6A แสดงให้เห็นถึงแบบจำลองภาพระบบประสาท

อัตโนมิติในสถานการณ์ที่รถยนต์พุ่งเข้าหาของนักเรียน จะเห็นว่านักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบเกี่ยวกับชนิดของเส้นประสาทได้อย่างครบถ้วนแต่ยังขาดจำนวนการไขแวนป์และตำแหน่งของเส้นประสาทที่ออกมาจากระบบประสาทส่วนกลาง และจากภาพ 6B แสดงให้เห็นถึงแบบจำลองภาพระบบประสาทโซมาติกในขณะที่รถยนต์พุ่งเข้าหาของนักเรียน จะเห็นว่านักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบได้ครบถ้วน ได้แก่ ตำแหน่งของเส้นประสาท ตำแหน่งของไขสันหลัง การทำงานของอวัยวะต่าง ๆ จำนวนการไขแวนป์และสารสื่อประสาทที่ใช้ ซึ่งในภาวะที่เป็นการหนีรถยนต์ร่างกายจะอยู่ในภาวะที่ตื่นตัวระบบประสาทอัตโนมิติที่ต้องใช้คือ ระบบประสาทซิมพาเทติก จะเห็นว่านักเรียนสามารถแสดงได้ถูกต้องโดยไม่ไปสับสนกับระบบประสาทพาราซิมพาเทติก ซึ่งเส้นประสาทที่เกี่ยวข้องจะอยู่บริเวณสมองและไขสันหลังส่วนกระเบนเหน็บ



ภาพ 6 แบบจำลองระบบประสาทอัตโนมิติของมนุษย์ของนักเรียนที่สามารถระบุองค์ประกอบภาพได้บางส่วน (A) และครบถ้วน (B) ในวงจรปฏิบัติการ วงรอบที่ 2

วงรอบที่ 3 นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง แบบจำลองอวัยวะรับสัมผัส โดยกำหนดให้นักเรียนสร้างภาพแบบจำลองการทำงานอวัยวะรับสัมผัส จากตาราง 14 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 1 ร้อยละ 92.2 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับสูง โดยมีร้อยละของนักเรียนในระดับสูงและในระดับปานกลางคือ 84.4 และ 15.6 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่านักเรียนผ่านเกณฑ์ในระดับสูงเพิ่มขึ้นจากในวงรอบที่ 2 เนื่องจากนักเรียนโดยส่วนใหญ่สามารถระบุองค์ประกอบของภาพได้ครบถ้วนได้จากภาพ 7 จะเห็นว่านักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบของอวัยวะรับสัมผัสในส่วนของหูได้ครบถ้วนได้แก่ ส่วนประกอบของหู เส้นประสาทที่ต้องใช้จนถึงกระทั่งถึงสมองที่ใช้ในการรับสัมผัสในส่วนของการได้ยิน



ภาพ 7 แบบจำลองภาพอวัยวะรับสัมผัส (หู) ของนักเรียนที่สามารถระบุองค์ประกอบภาพได้ครบถ้วน ในวงรอบปฏิบัติการ วงรอบที่ 3

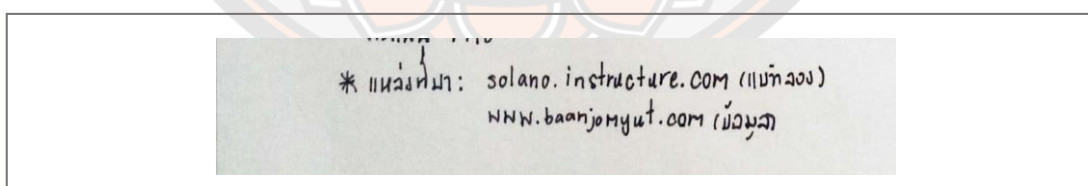
ตัวบ่งชี้ที่ 2 ค้นหาภาพหรือสื่อภาพ

ในตัวบ่งชี้ที่ 2 ค้นหาภาพหรือสื่อภาพ เป็นการค้นหาสื่อภาพที่มีความน่าเชื่อถือและความหลากหลายและสามารถเลือกภาพเพื่อนำมาและแสดงเป็นแบบจำลองเพื่อเป็นตัวแทนของสถานการณ์ที่กำหนดให้ จากตาราง 15 พบว่านักเรียนสามารถค้นหาสื่อภาพเพื่อนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งในการสร้างแบบจำลองได้ดีขึ้นและแหล่งข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากขึ้นในแต่ละวงรอบตามลำดับ

ตาราง 15 ร้อยละจำนวนนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 2 และคะแนนเฉลี่ยที่แสดงเป็นร้อยละของแต่ละวงรอบ

วงรอบที่	ร้อยละจำนวนนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 2			คะแนนเฉลี่ย (ร้อยละ)	S.D.	ระดับ
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ			
1	0.0	100.0	0.0	50.0	0.0	ปานกลาง
2	40.0	60.0	0.0	70.0	0.6	สูง
3	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	สูง

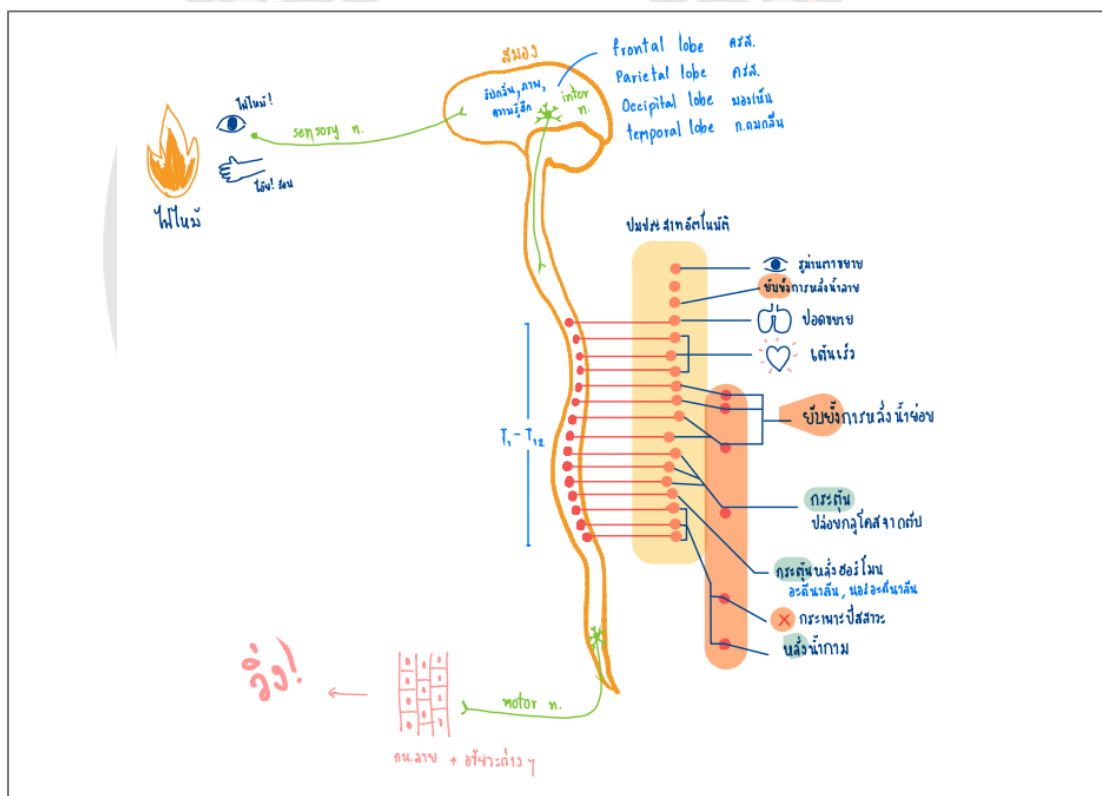
วงรอบที่ 1 ในตัวบ่งชี้ที่ 2 ค้นหาภาพหรือสื่อภาพ นักเรียนสร้างแบบจำลองภาพในเรื่องระบบประสาทโซมาติกเพื่อนำมาอธิบายในสถานการณ์นำเฟรนซ์ฟรายส์เข้าปาก จากตาราง 15 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 50.0 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนในระดับปานกลางซึ่งหมายถึงนักเรียนสามารถหาภาพจากแหล่งข้อมูลได้หลากหลายและมีความน่าเชื่อถือเพื่อนำภาพมาสื่อสารได้ครบถ้วนบางส่วน จากภาพ 8 แสดงให้เห็นถึงแหล่งข้อมูลของนักเรียนเพื่อสร้างแบบจำลองภาพ เห็นได้ว่านักเรียนค้นหาข้อมูลจาก 2 แหล่งข้อมูล โดยในแหล่งข้อมูลที่ 1 คือ www.instructure.com เป็นเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในด้านต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาจนถึงระดับมหาวิทยาลัย ส่วนแหล่งข้อมูลที่ 2 คือ www.baanjomut.com เป็นเว็บไซต์ที่รวบรวมข่าวและสาระต่าง ๆ โดยผู้คนทั่วประเทศไทย เนื่องจากข้อมูลมาจากผู้คนในด้านต่าง ๆ ข้อมูลบางข้อมูลหรือรูปบางรูปจึงยังไม่ได้รับการยืนยันจากผู้เชี่ยวชาญ เว็บไซต์นี้จึงเป็นเว็บไซต์ที่ยังไม่ได้รับความน่าเชื่อถือในทางวิชาการ



ภาพ 8 แหล่งข้อมูลที่นักเรียนนำมาเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างแบบจำลอง
ในวงรอบปฏิบัติการ วงรอบที่ 1

วงรอบที่ 2 นักเรียนค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับภาพในเรื่องระบบประสาทอัตโนมัติเพื่อนำมาสร้างแบบจำลองภาพในสถานการณ์ระบบต่าง ๆ ของร่างกายเมื่ออยู่ในภาวะหนีภัยขณะที่กำลังพุ่งเข้ามา จากตาราง 15 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 2 ร้อยละ 70.0 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับสูง โดยมีร้อยละของนักเรียนที่อยู่ในระดับสูงและระดับปานกลาง 40.0 และ 60.0 ตามลำดับ จะเห็น

ว่าจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในระดับสูงของตัวบ่งชี้ที่ 2 ในวงรอบที่ 2 เพิ่มมาจากวงรอบที่ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนในส่วนนี้สามารถหาข้อมูลได้หลากหลายจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ และสามารถเลือกใช้ข้อมูลที่เหมาะสมได้อย่างหลากหลายนั้นได้อย่างเหมาะสมเพื่อนำมาใช้สร้างแบบจำลองภาพระบบประสาทอัตโนมัติตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ จากภาพ 9 แสดงให้เห็นถึงแบบจำลองภาพที่เกิดขึ้นจากการที่นักเรียนใช้แหล่งข้อมูล โดยภาพที่เกิดขึ้นจากแหล่งข้อมูลที่นักเรียนเลือกใช้สามารถอธิบายสถานการณ์ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับระบบประสาทอัตโนมัติได้อย่างชัดเจนซึ่งแสดงให้เห็นถึงระบบประสาทขาเข้าและขาออกและกระบวนการที่เกิดขึ้นกับร่างกาย โดยแหล่งข้อมูลที่นักเรียนได้ใช้คือ หนังสือชีววิทยา เล่ม 5 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการและหนังสือชีววิทยาสำหรับนักเรียนมัธยมปลาย (Biology for high school students) ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ



ภาพ 9 แบบจำลองภาพระบบประสาทอัตโนมัติที่ได้จากการค้นหาจากแหล่งข้อมูลของนักเรียน
ในวงรอบปฏิบัติการ วงรอบที่ 2

วงรอบที่ 3 นักเรียนค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับภาพในเรื่องอวัยวะรับสัมผัสเพื่อนำมาสร้างแบบจำลองภาพในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากตาราง 15 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 2 ร้อยละ 100 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับสูง โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนทั้งหมดอยู่ใน

ระดับสูงคือร้อยละ 100 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนทุกคนสามารถค้นหาแหล่งข้อมูลภาพได้อย่างหลากหลายและมีความน่าเชื่อถือและข้อมูลที่ได้มานักเรียนสามารถตัดสินใจเพื่อเลือกภาพมาใช้ในการแบบจำลองตามสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้ได้เหมาะสม

ตัวบ่งชี้ที่ 3 เข้าใจภาพและสื่อภาพ

ในตัวบ่งชี้ที่ 3 เข้าใจภาพและสื่อภาพ เป็นการอธิบายการทำงานของระบบประสาทจากแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นตามสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้ จากตาราง 16 พบว่านักเรียนสามารถอธิบายแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้นดีขึ้นไปแต่ละวงรอบตามลำดับ โดยนักเรียนในส่วนใหญ่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 3 ในระดับปานกลาง

ตาราง 16 ร้อยละจำนวนนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 3 และคะแนนเฉลี่ยที่แสดงเป็นร้อยละของแต่ละวงรอบ

วงรอบที่	ร้อยละจำนวนนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 3			คะแนนเฉลี่ย (ร้อยละ)	S.D.	ระดับ
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ			
1	0.0	53.3	46.7	26.7	0.5	ต่ำ
2	11.1	88.9	0.0	55.6	0.3	ปานกลาง
3	28.9	71.1	0.0	64.4	0.5	สูง

วงรอบที่ 1 ในตัวบ่งชี้ที่ 3 เข้าใจภาพและสื่อภาพ เป็นการแสดงถึงการอธิบายภาพแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นโดยการให้นักเรียนออกมาเสนอหน้าห้องเรียนซึ่งอธิบายในสถานการณ์การนำเฟรนช์ฟรายส์เข้าปาก จากตาราง 16 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 26.7 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำ โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนในระดับปานกลางและระดับต่ำคือ 53.3 และ 46.7 ตามลำดับและไม่พบนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในระดับสูงของตัวบ่งชี้ที่ 3 แสดงให้เห็นว่าในวงรอบที่ 1 ไม่มีนักเรียนคนใดที่สามารถอธิบายแบบจำลองระบบประสาทในสถานการณ์การนำเฟรนช์ฟรายส์เข้าปากได้อย่างครบถ้วน และเกือบครึ่งหนึ่งของนักเรียนไม่สามารถอธิบายแบบจำลองระบบประสาทได้อย่างถูกต้องเลย ส่วนนักเรียนจำนวนที่เหลือสามารถอธิบายการทำงานของระบบประสาทได้ถูกต้องบางส่วน โดยนักเรียนสามารถส่วนที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ประสาทได้ดี แต่ในระบบประสาทส่วนกลางมีนักเรียนอธิบายถึงไขสันหลังแทนการใช้สมองในการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อเพื่อหยิบเฟรนช์ฟรายส์ และนักเรียนบางส่วนไม่สามารถอธิบายถึงกระบวนการไซแนปส์และการใช้สารสื่อประสาทที่ใช้ติดต่อในการไซแนปส์ได้

วงรอบที่ 2 วงรอบนี้เป็นการให้นักเรียนอธิบายแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นของระบบประสาทอัตโนมัติในสถานการณ์การหนีรถที่กำลังพุ่งเข้ามาชน จากตาราง 16 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 3 ร้อยละ 55.6 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนในระดับสูงและระดับปานกลาง คือ 11.1 และ 88.9 ตามลำดับ จะเห็นว่ามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในระดับสูงเพิ่มเข้ามาในวงรอบที่ 2 และไม่พบนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในระดับต่ำที่พบในวงรอบที่ 1 ซึ่งหมายถึงนักเรียนสามารถอธิบายแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นได้ โดยนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในระดับสูงสามารถอธิบายกระบวนการของระบบประสาทอัตโนมัติได้ครบถ้วน โดยสามารถอธิบายถึงหน่วยรับความรู้สึก ผ่านเส้นประสาทชนิดต่าง ๆ เข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลางและสั่งการอวัยวะต่าง ๆ โดยผ่านการไขแฉะ 2 รอบ โดยใช้สารสื่อประสาท 2 ชนิดคือ อะซิติลโคลีน (acetylcholine) และนอร์อดินาลีน (noradrenaline) ซึ่งสามารถไปกระตุ้นหรือยับยั้งอวัยวะต่าง ๆ เช่น ตา ต่อม น้ำลาย ท่อลม ปอด หัวใจ กระเพาะอาหาร และอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้อง ส่วนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในระดับปานกลางมีข้อมูลบางส่วนที่นักเรียนเข้าใจผิดในระบบประสาทอัตโนมัติ ยกตัวอย่างเช่น นักเรียนมักจะมีข้อสงสัยระหว่างระบบประสาทซิมพาเทติกและระบบประสาทพาราซิมพาเทติก ซึ่งในสถานการณ์ที่คนกำลังหนีรถยนต์นั้นต้องถูกกระตุ้นด้วยระบบประสาทซิมพาเทติก แต่นักเรียนบางคนได้นำระบบพาราซิมพาเทติกมาเกี่ยวข้องในการอธิบายแบบจำลองด้วย

วงรอบที่ 3 วงรอบนี้ให้นักเรียนได้อธิบายสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะรับสัมผัส เพื่อแสดงถึงการรับสัมผัสในด้านต่าง ๆ จากตาราง 16 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 3 ร้อยละ 64.4 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับสูง โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนในระดับสูงและปานกลาง คือ 28.9 และ 71.1 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในระดับสูงในวงรอบที่ 3 สูงขึ้นจากในวงรอบที่ 2 เนื่องจากนักเรียนสามารถอธิบายแบบจำลองภาพที่นักเรียนสร้างขึ้นได้ครบถ้วนและนักเรียนสามารถเข้าใจถึงหลักการอธิบายแบบจำลองได้ดีขึ้น ยกตัวอย่างเช่น นักเรียนที่สามารถผ่านเกณฑ์ระดับสูงในตัวบ่งชี้นี้ นักเรียนสามารถอธิบายถึงองค์ประกอบของอวัยวะรับสัมผัส เส้นประสาทสมองและเส้นประสาทไขสันหลังที่เกี่ยวข้อง รวมถึงสมองที่อยู่ในส่วนของระบบประสาทส่วนกลางที่เกี่ยวข้องเพื่อประมวลออกมาเป็นความรู้สึกในด้านต่าง ๆ อาทิเช่น การมองเห็น การรับเสียง การไต่กลิ่น การรับรส และการสัมผัส และในส่วนของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ระดับกลาง นักเรียนสามารถอธิบายองค์ประกอบของอวัยวะรับสัมผัสได้แต่นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายถึงกระบวนการในสมองที่เกิดขึ้นเพื่อแปลผลเป็นความรู้สึกในด้านต่าง ๆ ได้

ตัวบ่งชี้ที่ 4 ประเมินภาพ

ในตัวบ่งชี้ที่ 4 ประเมินภาพ หมายถึงการประเมินถึงข้อดีข้อเสียของภาพหรือแบบจำลองของที่นักเรียนที่ได้สร้างขึ้นตามสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้ จากตาราง 17 พบว่า นักเรียนสามารถประเมินภาพด้วยการระบุข้อดีและข้อเสียของแบบจำลองได้ดีขึ้นในแต่ละวงรอบตามลำดับ

และร้อยละของนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 4 ในทุกวงรอบไม่มีนักเรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์คืออยู่ในระดับต่ำเลย

ตาราง 17 ร้อยละจำนวนนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 4 และคะแนนเฉลี่ยที่แสดงเป็นร้อยละของแต่ละวงรอบ

วงรอบที่	ร้อยละจำนวนนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 4			คะแนนเฉลี่ย (ร้อยละ)	S.D.	ระดับ
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ			
1	8.9	91.1	0.0	54.4	0.3	ปานกลาง
2	91.1	8.9	0.0	95.6	0.3	สูง
3	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	สูง

วงรอบที่ 1 ในตัวบ่งชี้ที่ 4 ประเมินภาพ เป็นการประเมินของดีข้อเสียของแบบจำลองระบบประสาทโสมาคิกที่นักเรียนได้สร้างขึ้นในสถานการณ์หีบเฟรนช์ฟรายส์เข้าปาก จากตาราง 17 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 54.4 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนในระดับสูงและระดับปานกลางคือ 8.9 และ 91.1 ตามลำดับ ส่วนเกณฑ์ในระดับต่ำไม่พบนักเรียนที่อยู่ในเกณฑ์นี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนทุกคนสามารถประเมินข้อดีและข้อเสียของแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้นมาได้ แต่มีนักเรียนส่วนน้อยเท่านั้นที่สามารถบรรลุเกณฑ์ระดับสูงของตัวบ่งชี้ที่ 4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มนี้สามารถมองเห็นจุดดีและจุดด้อยของแบบจำลองที่นักเรียนได้สร้างขึ้นและสามารถอธิบายในส่วนนี้ให้คนอื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน ยกตัวอย่างเช่น นักเรียนอธิบายถึงข้อดีของแบบจำลองภาพไว้ว่า แบบจำลองเห็นองค์ประกอบชัดเจนเข้าใจง่าย มีสีสันสวยงามและสามารถใช้สีแยกประเภทของส่วนต่าง ๆ ได้ดี ส่งผลให้น่าดูและน่าศึกษา ในส่วนของข้อเสียของแบบจำลองภาพ นักเรียนได้อธิบายไว้ว่า ข้อมูลที่แสดงอาจไม่ครบถ้วน 100% แบบจำลองที่สร้างขึ้นมีองค์ประกอบหลายส่วนซึ่งทำให้แบบจำลองที่ได้มีความไม่ต่อเนื่องส่งผลให้คนที่มาศึกษาแบบจำลองอาจมีความสับสนได้ ในส่วนของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในระดับปานกลางของตัวบ่งชี้ที่ 4 นักเรียนสามารถระบุถึงข้อดีข้อเสียของแบบจำลองได้แต่ไม่สอดคล้องกับแบบจำลองและไม่ค่อยตรงประเด็นเท่าไรนัก ยกตัวอย่างเช่น นักเรียนอธิบายถึงข้อดีของแบบจำลองภาพไว้ว่า มีภาพประกอบจึงทำให้ง่ายต่อการศึกษา ในส่วนของข้อเสียของแบบจำลองภาพนักเรียนได้อธิบายไว้ว่า ภาพประกอบอาจดูไม่ชัดเจน เป็นต้น

วงรอบที่ 2 ในวงรอบนี้เป็นการให้นักเรียนระบุถึงข้อดีข้อเสียของแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้นในเรื่องระบบประสาทอัตโนมัติ ในสถานการณ์ที่ต้องหนีรถยนต์ที่กำลังพุ่งเข้ามาชน

จากตาราง 17 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 4 ร้อยละ 95.6 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับสูง โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนในระดับสูงและระดับปานกลาง คือ 91.1 และ 8.9 ตามลำดับ จะเห็นว่าจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในระดับสูงในวงรอบที่ 2 เพิ่มขึ้นจากจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในระดับสูงในวงรอบที่ 1 เนื่องจากนักเรียนได้เห็นตัวอย่างของการระบุข้อดีข้อเสียของเพื่อนในวงรอบที่ 1 ส่งผลให้ในวงรอบที่ 2 นี้ นักเรียนจึงเห็นข้อดีข้อเสียของแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้นชัดเจนขึ้นและสามารถระบุข้อดีข้อเสียได้สอดคล้องแบบจำลองได้อย่างชัดเจน

ในวงรอบที่ 3 ในวงรอบนี้เป็นการให้นักเรียนระบุถึงข้อดีข้อเสียของแบบจำลองภาพระบบประสาทที่นักเรียนได้สร้างขึ้นในเรื่องที่เกี่ยวกับอวัยวะรับสัมผัส จากตาราง 17 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 4 ร้อยละ 100 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับสูง โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ระดับสูงทั้งหมดคือ ร้อยละ 100 ในวงรอบที่ 3 นี้จะเห็นว่านักเรียนที่อยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลางในวงรอบที่ 3 สามารถพัฒนาการหาจุดดีจุดด้อยของแบบจำลองของตนเองส่งผลให้นักเรียนสามารถระบุข้อดีและข้อเสียของแบบจำลองอวัยวะรับสัมผัสที่นักเรียนได้สร้างขึ้นมาได้

ตัวบ่งชี้ที่ 5 ใช้ภาพและสื่อภาพ

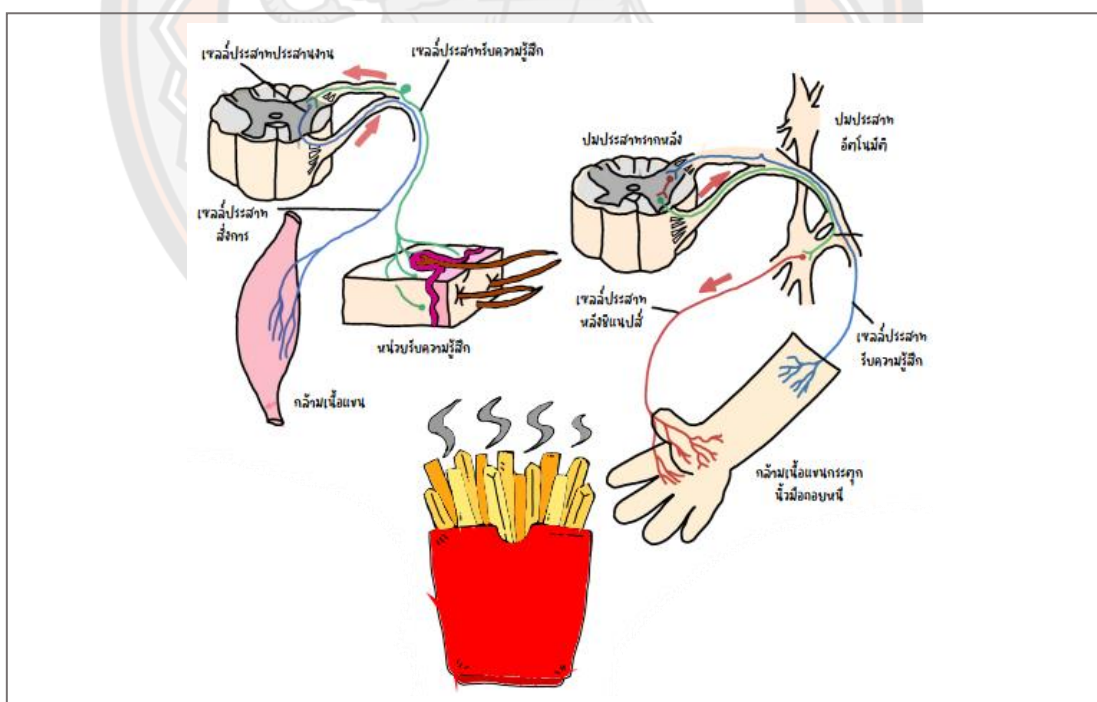
ในตัวบ่งชี้ที่ 5 ใช้ภาพและสื่อภาพ เป็นการใชภาพและสัญลักษณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทมาเพื่ออธิบายในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ จากตาราง 18 พบว่า นักเรียนมีร้อยละคะแนนเฉลี่ยที่สูงขึ้นในแต่ละวงรอบ แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเลือกใช้ภาพที่นำมาแสดงเพื่ออธิบายในเรื่องที่เกี่ยวกับระบบประสาทได้ดีขึ้นและสามารถทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้

ตาราง 18 ร้อยละจำนวนนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 5 และคะแนนเฉลี่ยที่แสดงเป็นร้อยละของแต่ละวงรอบ

วงรอบที่	ร้อยละจำนวนนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 5			คะแนนเฉลี่ย (ร้อยละ)	S.D.	ระดับ
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ			
1	0.0	100.0	0.0	50.0	0.0	ปานกลาง
2	13.3	86.7	0.0	56.7	0.3	ปานกลาง
3	73.3	26.7	0.0	86.7	0.4	สูง

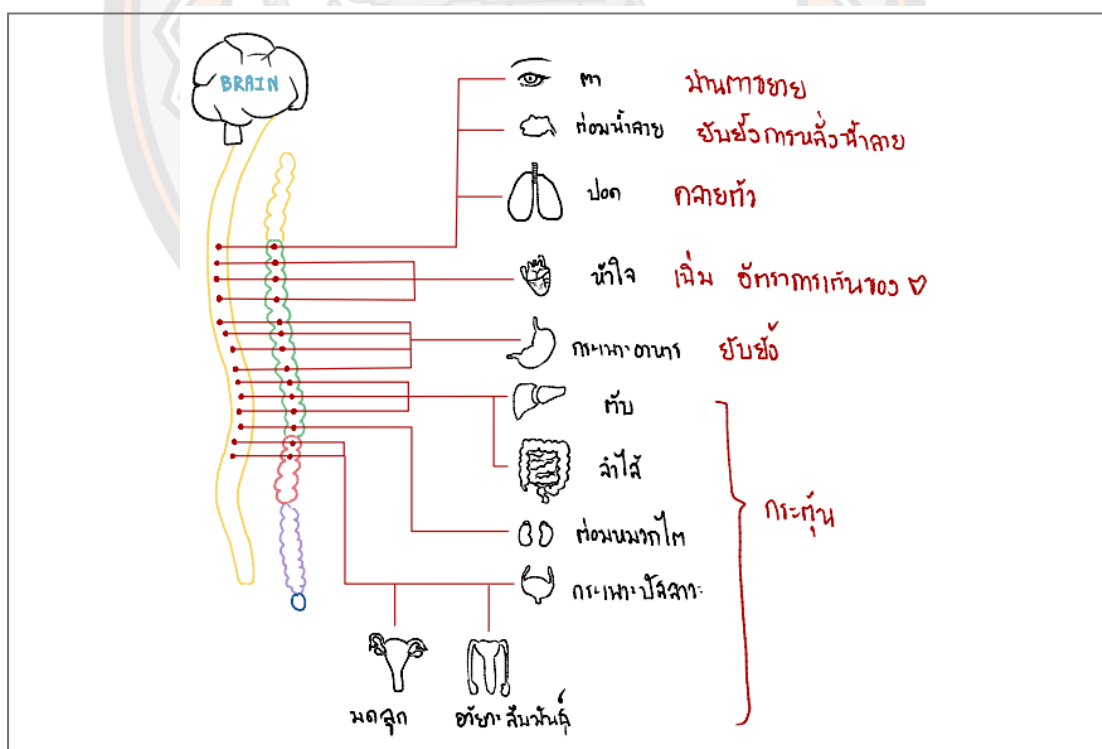
วงรอบที่ 1 ในตัวบ่งชี้ที่ 5 ใช้ภาพและสื่อภาพ ในตัวบ่งชี้ที่ 5 นี้ นักเรียนสามารถใช้ภาพและสัญลักษณ์ต่าง ๆ เข้ามาเป็นองค์ประกอบของแบบจำลองภาพระบบประสาทโซมาติกในขณะที่กำลังหยิบเฟรนช์ฟรายส์เข้าปาก เพื่อให้แบบจำลองเข้าใจได้ง่าย จากตาราง 18 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 5 คิดเป็นร้อยละ 50.0 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง โดยมีร้อยละของจำนวน

นักเรียนทั้งหมดในระดับปานกลางคือ ร้อยละ 100 และไม่พบนักเรียนที่อยู่ในเกณฑ์ระดับสูงและระดับต่ำเลย แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเลือกใช้ภาพและสัญลักษณ์ในแบบจำลองได้ เพื่อสื่อสารแบบจำลองภาพของนักเรียนให้ผู้อื่นเข้าใจได้บางส่วนซึ่งบางส่วนของแบบจำลองยังไม่สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ จากภาพ 10 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถใช้ภาพของเส้นประสาทระบบประสาทส่วนกลางและตอบสนองผ่านกล้ามเนื้อได้ และมีสัญลักษณ์ที่เป็นลูกศรเพื่อแสดงทิศทางการนำกระแสประสาทเข้าและขาออก มีภาพของเฟรนช์ฟรายที่ทำให้รับรู้ว่าการนำกระแสประสาทนี้เกี่ยวข้องกับการอาหาร แต่จะเห็นว่าภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้นในแต่ละภาพนั้นไม่มีความต่อเนื่องกันส่งผลให้การมองภาพให้เป็นกระบวนการนั้นมองได้ยากและส่งผลถึงความเข้าใจภาพระบบประสาทต่อผู้ที่ต้องการศึกษา นอกจากนี้ภาพที่สื่อสารออกมาผู้ที่รับสารอาจเข้าใจไม่ตรงกับนักเรียนผู้ที่ต้องการสื่อสารซึ่งเป็นนักเรียนผู้สร้างแบบจำลอง และมีบางภาพที่นักเรียนเลือกที่จะสื่อสารออกมามีองค์ประกอบไม่ครบ เช่น ช่วงการส่งสัญญาณประสาทที่ต้องเข้าระบบประสาทส่วนกลาง ขณะที่เราต้องต้องหยิบจับอะไรต่าง ๆ ระบบประสาทส่วนกลางที่ต้องใช้จะต้องส่งเข้าสู่สมองเพื่อประมวลผล แต่จากภาพที่นักเรียนสื่อสารออกมาจะเห็นว่าระบบประสาทส่วนกลางที่ใช้ในการประมวลผลนักเรียนใช้เพียงแค่มือหลังเท่านั้น



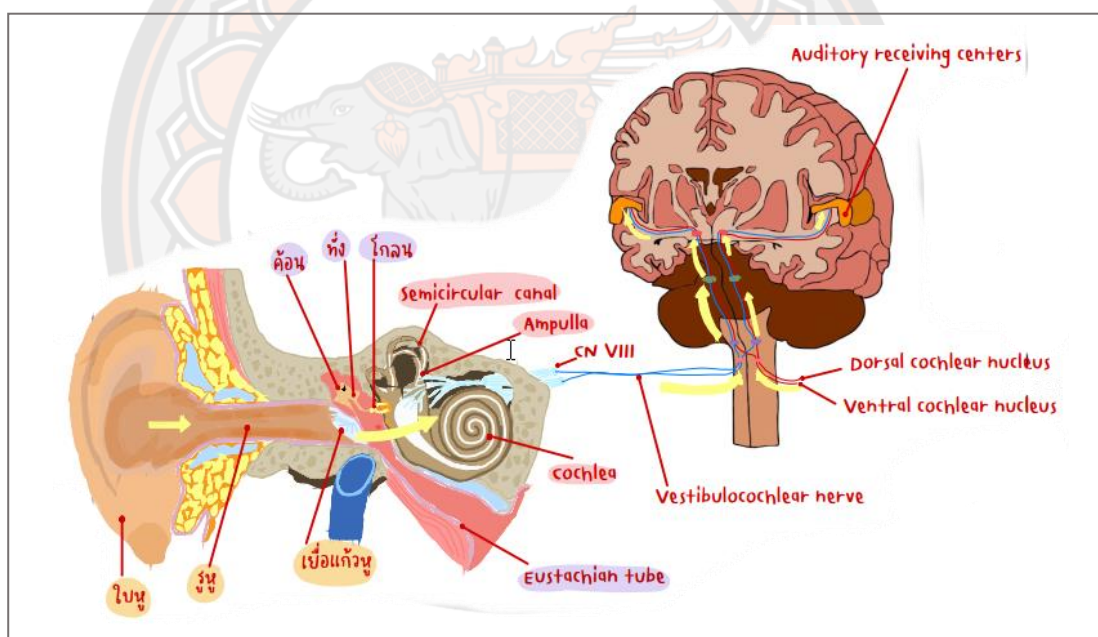
ภาพ 10 แบบจำลองระบบประสาทโสมาคิกของมนุษย์ของนักเรียนที่สามารถใช้ภาพสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้บางส่วน ในวงรอบปฏิบัติการ วงรอบที่ 1

วงรอบที่ 2 วงรอบนี้นักเรียนต้องใช้ภาพและสัญลักษณ์เพื่อสร้างแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทอัตโนมัติในสถานการณ์ขณะที่รถยนต์กำลังพุ่งเข้ามาชน จากตาราง 18 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 5 ร้อยละ 56.7 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนในระดับสูงและระดับปานกลางคือ 13.3 และ 86.7 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ามีนักเรียนเพียงแค่ส่วนน้อยเท่านั้นที่สามารถผ่านเกณฑ์ในระดับสูงได้ เนื่องจากนักเรียนโดยส่วนใหญ่สามารถใช้ภาพและสัญลักษณ์เพื่อสื่อสารออกมาเป็นแบบจำลองได้ แต่มีบางจุดที่นักเรียนไม่สามารถสื่อสารออกมาได้กระจ่างชัด หรือในบางครั้งนักเรียนใช้ภาพสื่อสารไปอีกทางที่ไม่ตรงตามจุดประสงค์ เนื่องจากนักเรียนมีความสับสนระหว่างระบบประสาทซิมพาเทติกและพาราซิมพาเทติก จากภาพ 11 เป็นภาพแบบจำลองระบบประสาทอัตโนมัติของมนุษย์ที่กำลังหนีรถยนต์ที่กำลังพุ่งเข้ามาชน จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถเลือกภาพมาใช้ได้เหมาะสม และใช้สัญลักษณ์ของจุดแทนกระบวนการไซแนปส์ ใช้สัญลักษณ์เส้นแทนเส้นประสาทได้ แต่ภาพนี้ยังขาดกระบวนการที่ต้องนำไปเชื่อมโยงกับเหตุการณ์รถยนต์ที่กำลังเข้ามาพุ่งชน ซึ่งเหตุการณ์นี้เป็นเหตุการณ์ที่ต้องถูกกระตุ้นด้วยระบบประสาทอัตโนมัติแบบซิมพาเทติกแต่นักเรียนใช้ระบบประสาทแบบพาราซิมพาเทติกมาร่วมด้วย ส่งผลให้แบบจำลองภาพนี้มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นและส่งผลให้ผู้ศึกษาแบบจำลองภาพนี้เกิดความสับสนได้



ภาพ 11 แบบจำลองภาพระบบประสาทอัตโนมัติของมนุษย์ของนักเรียนที่สามารถใช้ภาพสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้บางส่วน ในวงรอบปฏิบัติการ วงรอบที่ 2

วงรอบที่ 3 นักเรียนใช้ภาพและสัญลักษณ์ในการสร้างแบบจำลองภาพระบบประสาทในเรื่อง อวัยวะรับสัมผัส จากตาราง 18 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 5 ร้อยละ 86.7 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับสูง โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ระดับสูงและระดับกลางคือ 73.3 และ 26.7 จะเห็นว่านักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในระดับสูงของตัวบ่งชี้ที่ 5 ในวงรอบที่ 3 มีเพิ่มขึ้นจากในวงรอบที่ 2 แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ภาพและสัญลักษณ์นำมาสร้างสรรค์เป็นแบบจำลองได้ดีขึ้น เข้าใจได้ง่ายและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ จากภาพ 12 แสดงแบบจำลองอวัยวะรับสัมผัสด้านการรับเสียง จะเห็นว่านักเรียนมีการใช้ภาพที่ชัดเจน มีการใช้ลูกศรเพื่อแสดงถึงสัญญาณของกระแสประสาทจากหูถึงสมอง ในสมองมีการใช้สีที่แตกต่างจากสีอื่นในสมองเพื่อให้มีความโดดเด่นและเป็นการระบุถึงตำแหน่งของสมองที่เกี่ยวข้องกับการรับสัญญาณของเสียง นอกจากนี้ยังมีการใช้ภาพที่สามารถเชื่อมโยงกันได้อย่างชัดเจนส่งผลให้สามารถสื่อสารให้ผู้ที่ศึกษาได้เข้าใจง่ายมากยิ่งขึ้น



ภาพ 12 แบบจำลองภาพอวัยวะรับสัมผัสของนักเรียนที่สามารถใช้ภาพสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้
ในวงรอบปฏิบัติการ วงรอบที่ 3

ตัวบ่งชี้ที่ 6 สร้างสรรค์ภาพ

ในตัวบ่งชี้ที่ 6 สร้างสรรค์ภาพ คือการสร้างภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาท ตั้งแต่เซลล์ประสาท ระบบประสาทส่วนกลางและการเดินทางของกระแสประสาทได้ครบถ้วนตามเนื้อหา จากตาราง 19 พบว่า นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองภาพที่เกี่ยวข้องกับ

ระบบประสาทได้ครบถ้วนตามเนื้อหาที่กำหนด โดยสังเกตจากร้อยละคะแนนเฉลี่ยแต่ละวงรอบสูงขึ้นตามลำดับ

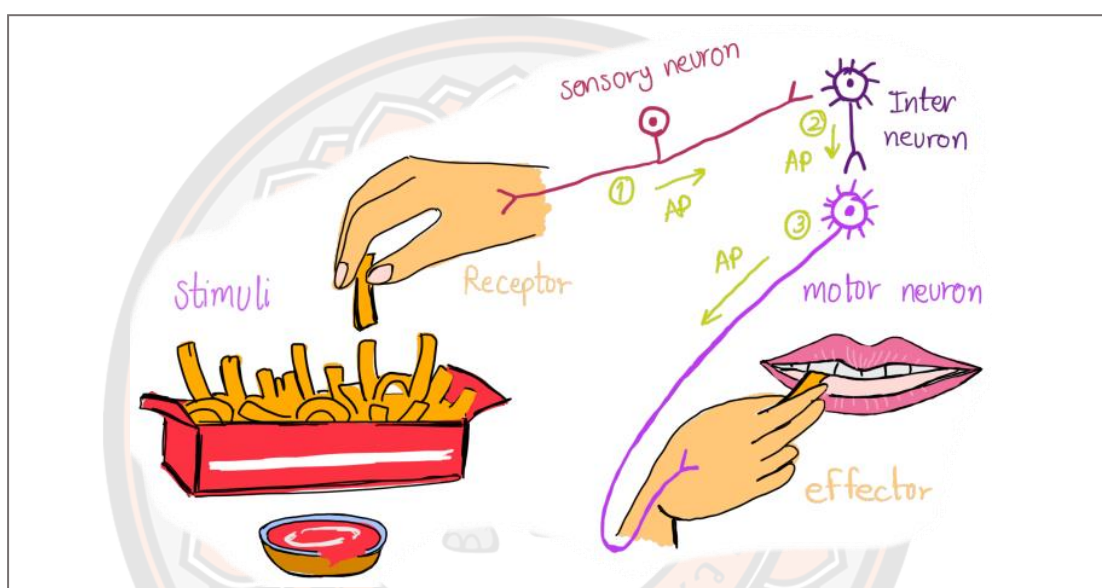
ตาราง 19 ร้อยละจำนวนนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 6 และคะแนนเฉลี่ยที่แสดงเป็นร้อยละของแต่ละวงรอบ

วงรอบที่	ร้อยละจำนวนนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 6			คะแนนเฉลี่ย (ร้อยละ)	S.D.	ระดับ
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ			
1	0.0	100.0	0.0	50.0	0.0	ปานกลาง
2	28.9	71.1	0.0	64.4	0.5	สูง
3	40.0	60.0	0.0	70.0	0.5	สูง

วงรอบที่ 1 ในตัวบ่งชี้ที่ 6 สร้างสรรค์ภาพ ในวงรอบนี้ได้ให้นักเรียนได้วาดภาพเพื่อสร้างแบบจำลองระบบประสาทโซมาติกขณะกำลังนำเฟรนช์ฟรายส์เข้าปาก จากตาราง 19 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 6 คิดเป็นร้อยละ 50.0 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง คือ ร้อยละ 100 จะสังเกตเห็นได้ว่าไม่มีนักเรียนคนใดที่ไม่ผ่านเกณฑ์คืออยู่ในระดับต่ำเลย แสดงถึงนักเรียนทุกคนสามารถสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายเนื้อหาของระบบประสาทโซมาติกขณะกำลังนำเฟรนช์ฟรายส์เข้าปากได้ นอกจากนี้ไม่มีนักเรียนคนใดเช่นกันที่ผ่านเกณฑ์ในระดับสูงแสดงถึงนักเรียนยังไม่สามารถสร้างแบบจำลองภาพเพื่อมาอธิบายเหตุการณ์ได้ตามเนื้อหาที่กำหนด จากภาพ 13 แสดงแบบจำลองภาพระบบประสาทโซมาติกในขณะที่กำลังหยิบเฟรนช์ฟรายส์เข้าปาก จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถแสดงชนิดของเซลล์ประสาทในแต่ละช่วงของการส่งกระแสประสาทได้ มีสัญลักษณ์บ่งบอกถึงการเกิดกระแสประสาท (action potential) และแบบจำลองที่สร้างขึ้นไม่มีความซับซ้อนมากเกินไป ส่งผลให้แบบจำลองนี้เข้าใจได้ง่าย แต่ในแบบจำลองนี้ยังขาดรายละเอียดเช่น รายละเอียดในระบบประสาทส่วนกลาง นักเรียนไม่มีการระบุถึงสมองและไขสันหลังเลยและสารสื่อประสาทที่จำเป็นต้องใช้ในแต่ละช่วงของการไซแนปส์นักเรียนก็ยังไม่ได้ระบุเช่นกัน

วงรอบที่ 2 ในวงรอบนี้นักเรียนสร้างแบบจำลองระบบประสาทอัตโนมัติในสถานการณ์ที่อยู่ในภาวะหนีภัยขณะที่กำลังพุ่งเข้ามาชน จากตาราง 19 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 6 ร้อยละ 64.4 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับสูง โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ระดับสูงและระดับปานกลาง คือ 28.9 และ 71.1 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าในวงรอบที่ 2 มีนักเรียนบางส่วนเพิ่มเข้ามาในเกณฑ์ระดับสูง ซึ่งไม่พบในวงรอบที่ 1 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถสร้างแบบจำลอง

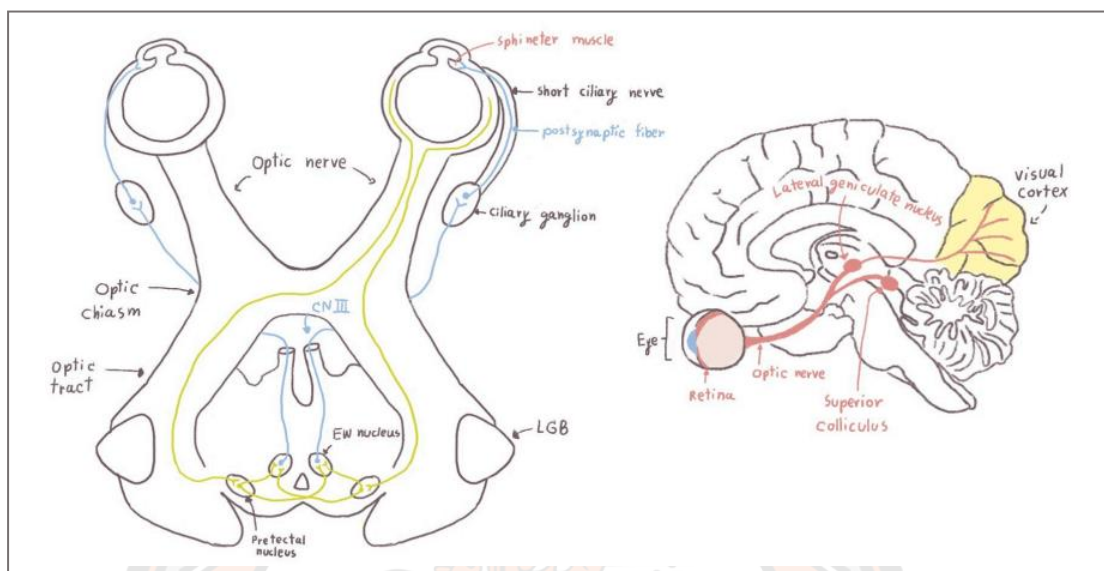
ภาพระบบประสาทอัตโนมัติในสถานการณ์หนีรถยนต์ที่พุ่งเข้าหาได้ครบถ้วนตามกำหนด จากภาพ (ตปช 1 วงรอบ 2) แสดงแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นผ่านเกณฑ์ในระดับสูง ตามตัวบ่งชี้ที่ 6 พบว่านักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองแสดงระบบประสาทอัตโนมัติแบบซิมพาเทติกขณะที่รถยนต์กำลังพุ่งเข้าหาโดยสามารถแสดงเนื้อหาได้ครบถ้วน จากภาพแบบจำลองที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถบอกถึงตำแหน่งของเส้นประสาทรอบนอกที่ส่งผลต่ออวัยวะต่าง ๆ จำนวนการไซแนปส์รวมถึงสร้างสื่อประสาทที่ใช้ในกระบวนการส่งกระแสประสาท และการตอบสนองแบบกระตุ้นหรือยับยั้งของอวัยวะต่าง ๆ ได้



ภาพ 13 แบบจำลองภาพระบบประสาทโซมาติกของมนุษย์ของนักเรียนที่สามารถสร้างภาพการทำงานของระบบประสาทได้บางส่วน ในวงจรปฏิบัติการ วงรอบที่ 1

วงรอบที่ 3 ในวงรอบนี้นักเรียนสร้างแบบจำลองระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะรับสัมผัสเพื่อให้เห็นกระบวนการในการรับรู้สีกในด้านต่าง ๆ จากตาราง 19 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 6 ร้อยละ 70.0 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับสูง โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ระดับสูงและระดับปานกลางคือ 40.0 และ 60.0 แสดงให้เห็นว่าในเกณฑ์ระดับปานกลางมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านมากกว่าเกณฑ์ในระดับสูง ซึ่งหมายถึงนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถแสดงแบบจำลองที่สื่อถึงระบบประสาทได้ครบถ้วน จากภาพ 14 แสดงแบบจำลองภาพระบบประสาทในส่วนของอวัยวะรับสัมผัส จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถแสดงเส้นประสาทในการส่งกระแสประสาทเพื่อให้เกิดภาพได้ และส่วนส่วนของสมองนักเรียนสามารถแสดงเส้นทางการเดินทางของกระแสประสาทไปยังส่วนของสมองที่ประมวลผลภาพได้ แต่จะเห็นว่านักเรียนยังขาดการ

ระบุรายละเอียดในเรื่ององค์ประกอบของอวัยวะรับสัมผัส เช่น เซลล์รูปแท่ง (rod cell) เซลล์รูปกรวย (cone cell) ของดวงตา เป็นต้น



ภาพ 14 แบบจำลองภาพอวัยวะรับสัมผัส (ตา) ของนักเรียนที่สามารถสร้างภาพการทำงาน
ของระบบประสาทได้บางส่วน ในวงรอบปฏิบัติการ วงรอบที่ 3

ตัวบ่งชี้ที่ 7 แยกแยะสิ่งสำคัญจากภาพ

ในตัวบ่งชี้ที่ 7 แยกแยะสิ่งสำคัญจากภาพ คือการที่สามารถอธิบายถึงองค์ประกอบย่อยที่เกิดขึ้นภายในภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทได้ถูกต้อง จากตาราง 20 พบว่า นักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบย่อยที่สำคัญออกมาจากแบบจำลองที่นักเรียนสร้างได้ดีขึ้นตามลำดับจากแต่ละวงรอบ เห็นได้จากร้อยละคะแนนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ

ตาราง 20 ร้อยละจำนวนนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 7 และคะแนนเฉลี่ยที่แสดงเป็นร้อยละของแต่ละวงรอบ

วงรอบที่	ร้อยละจำนวนนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 7			คะแนนเฉลี่ย (ร้อยละ)	S.D.	ระดับ
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ			
1	0.0	57.8	42.2	28.9	0.5	ต่ำ
2	15.6	84.4	0.0	57.8	0.4	ปานกลาง
3	28.9	71.1	0.0	64.4	0.5	สูง

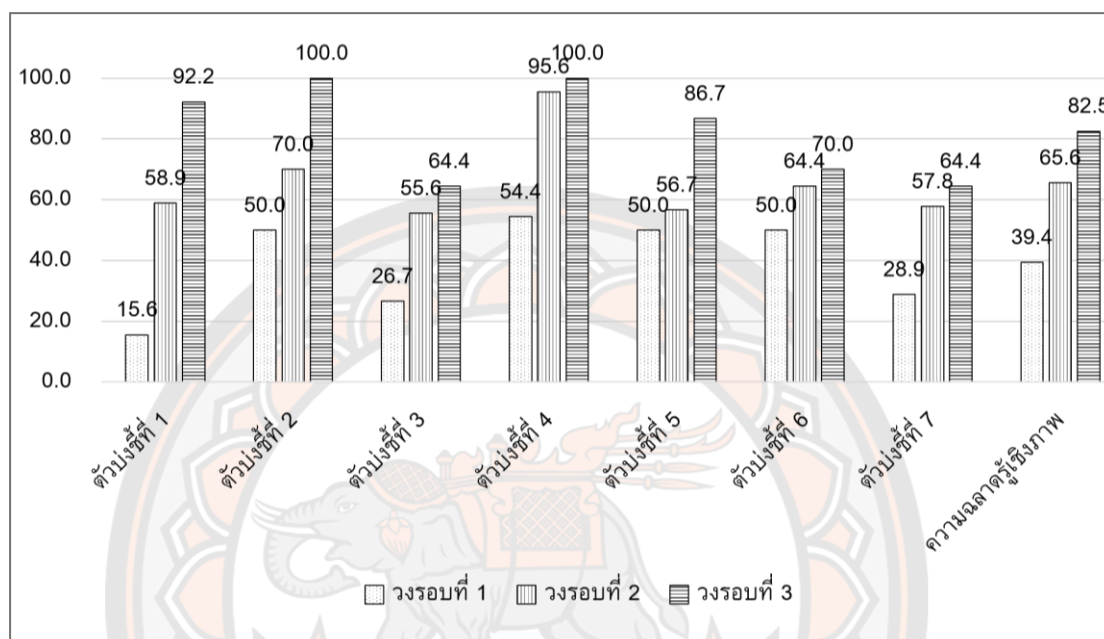
วงรอบที่ 1 ในตัวบ่งชี้ที่ 7 แยกแยะสิ่งสำคัญจากภาพ ในวงรอบนี้นักเรียนสามารถอธิบายองค์ประกอบย่อยของแบบจำลองที่นักเรียนได้สร้างขึ้นในเรื่องระบบประสาทโซมาติกในสถานการณ์หยิบเฟรนช์ฟรายส์เข้าปาก จากตาราง 20 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 7 คิดเป็นร้อยละ 28.9 โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่อยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลางและในระดับต่ำคือ 57.8 และ 42.2 แสดงให้เห็นว่าไม่มีนักเรียนคนใดในวงรอบนี้ที่ผ่านเกณฑ์ในระดับสูง ซึ่งหมายถึงนักเรียนไม่สามารถอธิบายองค์ประกอบย่อยได้อย่างครบถ้วนและถูกต้องทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถอธิบายถึงเซลล์ประสาทรับความรู้สึกจากแบบจำลองได้แต่เมื่อให้นักเรียนระบุถึงชนิดของเซลล์ประสาทที่แบ่งตามรูปร่างว่าเป็น เซลล์ประสาทขั้วเดียว (unipolar neuron) เซลล์ประสาทสองขั้ว (bipolar neuron) หรือเซลล์ประสาทหลายขั้ว (multipolar neuron) นักเรียนไม่สามารถระบุได้ นอกจากนี้เมื่อกล่าวถึงกระบวนการภายในเซลล์ประสาทขณะเกิดกระแสประสาทจากแบบจำลองที่นักเรียนได้แสดงมา นักเรียนไม่สามารถอธิบายถึงกระบวนการเกิดกระแสประสาทในระยะต่าง ๆ ได้ เช่นในระยะพัก (resting potential) ดีโพลาไรเซชัน (depolarization) รีโพลาไรเซชัน (repolarization) และ ไฮเปอร์โพลาไรเซชัน (hyperpolarization) เป็นต้น

วงรอบที่ 2 ในวงรอบนี้นักเรียนอธิบายองค์ประกอบย่อยของแบบจำลองที่นักเรียนได้สร้างขึ้นที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทอัตโนมัติในสถานการณ์หนิรถยนต์ที่กำลังเข้าพุงชน จากตาราง 20 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 7 ร้อยละ 57.8 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ระดับสูงและระดับปานกลาง คือ 15.6 และ 84.4 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าในวงรอบนี้มีนักเรียนส่วนหนึ่งที่สามารถผ่านเกณฑ์ของตัวบ่งชี้ที่ 7 ในระดับสูงได้ จากในวงรอบที่ 1 ที่ไม่มีนักเรียนคนใดสามารถผ่านเกณฑ์ในระดับสูงได้ ซึ่งหมายถึงนักเรียนในกลุ่มนี้สามารถอธิบายรายละเอียดย่อยจากแบบจำลองระบบประสาทอัตโนมัติในสถานการณ์หนิรถยนต์ขณะพุงเข้าชนได้ครบถ้วนถูกต้อง ยกตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถอธิบายถึงอวัยวะต่าง ๆ ที่โดนกระตุ้นหรือยับยั้ง ว่าเป็นอย่าง ตำแหน่งการไซแนปส์ เส้นประสาทที่ออกมาจากไขสันหลัง และสารสื่อประสาทที่ใช้ได้

วงรอบที่ 3 ในวงรอบนี้นักเรียนอธิบายองค์ประกอบย่อยของแบบจำลองระบบประสาทในเรื่องอวัยวะรับสัมผัสในการรับความรู้สึกในด้านต่าง ๆ จากตาราง 20 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ที่ 7 ร้อยละ 64.4 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับสูง โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ระดับสูงและระดับปานกลางคือ 28.9 และ 71.1 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ของตัวบ่งชี้ที่ 7 ในระดับสูงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นถึงนักเรียนสามารถอธิบายองค์ประกอบย่อยจากแบบจำลองระบบประสาทในเรื่องอวัยวะรับสัมผัสที่นักเรียนได้สร้างขึ้นมาได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน ยกตัวอย่างเช่นนักเรียนสามารถอธิบายถึงองค์ประกอบของ

อวัยวะรับสัมผัสและหน้าที่ได้ สามารถอธิบายถึงกระบวนการขณะเกิดกระแสประสาทได้ และสามารถอธิบายถึงการรับสัมผัสในสมองส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

จากผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของวงรอบปฏิบัติการ สามารถสรุปได้ดังภาพ 15

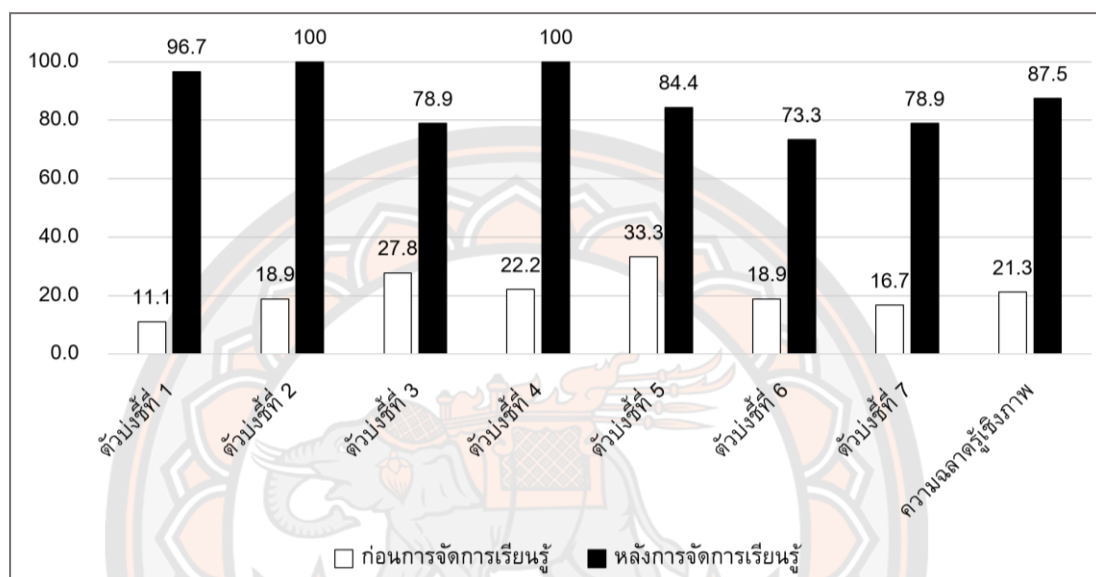


ภาพ 15 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนในแต่ละตัวบ่งชี้ โดยรวบรวมจากใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 3 วงรอบ

จากภาพ 15 แสดงให้เห็นได้ว่าทุกตัวบ่งชี้ในวงรอบที่ 1 มีร้อยละคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เชิงภาพน้อยที่สุด ในวงรอบที่ 2 และวงรอบที่ 3 มีร้อยละคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เชิงภาพมากขึ้นตามลำดับ ซึ่งหมายถึงว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพของนักเรียนได้ โดยเมื่อคิดหาค่าคะแนนเฉลี่ยของทุกวงรอบในแต่ละตัวบ่งชี้พบว่าตัวบ่งชี้ที่ได้คะแนนมากที่สุด มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ย 73.3 คือ ตัวบ่งชี้ที่ 2 ค้นหาภาพหรือสื่อภาพเกี่ยวกับการค้นหาภาพต่าง ๆ ที่มีความหลากหลายเพื่อเป็นต้นแบบในการสร้างแบบจำลองภาพที่ครูผู้สอนได้กำหนดให้ตามสถานการณ์ต่าง ๆ และในส่วนของตัวบ่งชี้ที่มีคะแนนเฉลี่ยของทุกวงรอบน้อยที่สุด มีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 48.9 คือ ตัวบ่งชี้ที่ 3 คือ เข้าใจภาพและสื่อภาพ ตัวบ่งชี้นี้เกี่ยวข้องกับการอธิบายแบบจำลองภาพของนักเรียน ซึ่งในการอธิบายนั้นนักเรียนจำเป็นจะต้องอธิบายแบบจำลองให้ได้ใจความสำคัญครบถ้วนตามเนื้อหาที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนโดยส่วนใหญ่สามารถอธิบายเนื้อหาที่เกี่ยวข้องได้บางส่วนเท่านั้น

2. ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ผลการวิจัยนี้ได้จากการเก็บรวบรวมจากแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยนำคะแนนเฉลี่ยของแต่ละตัวบ่งชี้ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้มาแสดงเป็นร้อยละ ดังภาพ 16



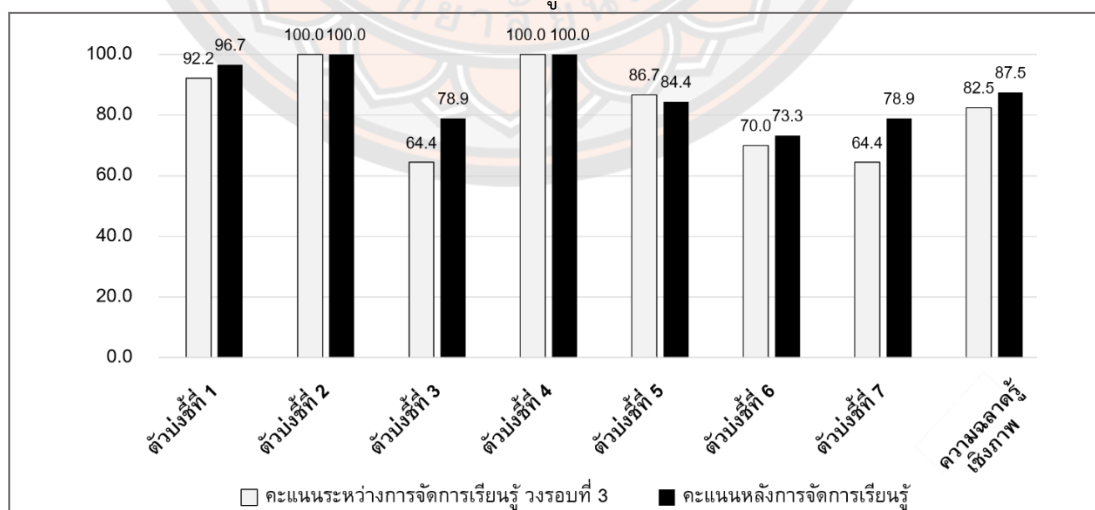
ภาพ 16 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนในแต่ละตัวบ่งชี้ โดยรวบรวมจากแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

จากภาพ 16 แสดงผลของความฉลาดรู้เชิงภาพเรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก โดยคิดเป็นร้อยละ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานพบว่า ในทุกตัวบ่งชี้ร้อยละของความฉลาดรู้เชิงภาพหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ ในตัวบ่งชี้ที่ 6 จะเห็นว่าร้อยละของความฉลาดรู้เชิงภาพอยู่ในระดับที่น้อยกว่าตัวบ่งชี้อื่น ๆ ซึ่งตัวบ่งชี้ที่ 6 คือเรื่องเกี่ยวกับการสร้างสรรค์ภาพ ซึ่งคือการสร้างแบบจำลองภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองภาพได้แต่อาจจะยังมีบางส่วนที่ไม่สมบูรณ์ ในส่วนของตัวบ่งชี้ที่ 1 การระบุภาพคือการระบุองค์ประกอบของแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้น ซึ่งเห็นได้ว่าในตัวบ่งชี้ที่ 1 มีความแตกต่างของร้อยละความฉลาดรู้เชิงภาพก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้มาก เนื่องจากในด้านนี้ ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนโดยส่วนใหญ่ไม่ระบุองค์ประกอบของแบบจำลองที่นักเรียนได้สร้างขึ้น แต่เมื่อนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจเรื่องการระบุองค์ประกอบของแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้นมากขึ้น แสดงถึงนักเรียนส่วนใหญ่มี

พัฒนาการที่ดีเกี่ยวกับความฉลาดรู้เชิงภาพในตัวบ่งชี้ที่ 1 และเมื่อดูในส่วนของตัวบ่งชี้ที่ 2 และตัวบ่งชี้ที่ 4 พบว่า ร้อยละความฉลาดรู้เชิงภาพอยู่ในระดับร้อยละ 100 ซึ่งหมายถึงนักเรียนทุกคนสามารถผ่านเกณฑ์ความฉลาดรู้เชิงภาพในตัวบ่งชี้ที่ 2 และตัวบ่งชี้ที่ 4 ในระดับสูง ในตัวบ่งชี้ที่ 2 คือการค้นหาภาพหรือสื่อภาพซึ่งเป็นการที่นักเรียนสามารถค้นหาและสามารถเลือกแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือเพื่อให้ได้ภาพที่เหมาะสม ในตัวบ่งชี้นี้ นักเรียนสามารถพัฒนาได้ดีขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากนักเรียนรู้จักแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมในการสร้างแบบจำลองมากขึ้น และในส่วนของตัวบ่งชี้ที่ 4 คือการประเมินภาพซึ่งเป็นการประเมินถึงข้อดีข้อเสียของแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้น จะเห็นว่าการที่ตัวบ่งชี้นี้ นักเรียนสามารถพัฒนาได้ดีเนื่องจากในกระบวนการจัดการเรียนรู้ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้มองภาพแบบจำลองให้เห็นถึงจุดเด่นจุดด้อยของแบบจำลองนักเรียนจึงสามารถระบุถึงข้อดีข้อเสียได้ดีขึ้น

3. ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้เชิงภาพระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและจากแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ในการเปรียบเทียบความฉลาดรู้เชิงภาพระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและจากแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีเครื่องมือที่ใช้ในการวัดคือความฉลาดรู้เชิงภาพระหว่างการจัดการเรียนรู้เก็บผลจากใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้และความฉลาดรู้เชิงภาพหลังจากการจัดการเรียนรู้เก็บผลจากแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ผลของการเปรียบเทียบร้อยละคะแนนความฉลาดรู้เชิงภาพแสดงดังภาพ 17



ภาพ 17 เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกของนักเรียนในแต่ละตัวบ่งชี้ระหว่างการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

จากภาพ 17 พบว่าร้อยละคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เชิงภาพระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานโดยวัดจากใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้คือ 82.5 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับสูง และร้อยละคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เชิงภาพหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานคือ 87.5 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับสูงเช่นกัน แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกได้

ตาราง 21 เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนในแต่ละตัวบ่งชี้ ระหว่างการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ความฉลาดรู้เชิงภาพ	ร้อยละคะแนน ความฉลาดรู้ เชิงภาพ ระหว่างการจัดการ เรียนรู้ (วงรอบที่ 3)	ระดับ ความฉลาดรู้ เชิงภาพ	ร้อยละคะแนน ความฉลาดรู้ เชิงภาพหลัง การจัดการ เรียนรู้	ระดับ ความฉลาดรู้ เชิงภาพ
ตัวบ่งชี้ที่ 1 การระบุภาพ	92.2	สูง	96.7	สูง
ตัวบ่งชี้ที่ 2 ค้นหาภาพหรือสื่อภาพ	100.0	สูง	100.0	สูง
ตัวบ่งชี้ที่ 3 เข้าใจภาพและสื่อภาพ	64.4	สูง	78.9	สูง
ตัวบ่งชี้ที่ 4 ประเมินภาพ	100.0	สูง	100.0	สูง
ตัวบ่งชี้ที่ 5 ใช้ภาพและสื่อภาพ	86.7	สูง	84.4	สูง
ตัวบ่งชี้ที่ 6 สร้างสรรค์ภาพ	70.0	สูง	73.3	สูง
ตัวบ่งชี้ที่ 7 แยกแยะสิ่งสำคัญจากภาพ	64.4	สูง	78.9	สูง
ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ความฉลาดรู้เชิงภาพ	82.5	สูง	87.5	สูง

จากตาราง 21 เมื่อพิจารณาร้อยละคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เชิงภาพจากใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ ในวงรอบที่ 3 และแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพหลังจากการจัดการเรียนรู้ พบว่าระดับความฉลาดรู้เชิงภาพอยู่ในระดับสูง ซึ่งจะเห็นได้ว่าระดับความฉลาดรู้เชิงภาพระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน

นอกจากนี้เมื่อดูจากตัวบ่งชี้ในแต่ละตัวบ่งชี้ พบว่า ระดับความฉลาดรู้เชิงภาพระหว่างการจัดการเรียนรู้ทุกตัวบ่งชี้อยู่ในระดับสูงทั้งหมด และระดับความฉลาดรู้เชิงภาพหลังการจัดการเรียนรู้ทุกตัวบ่งชี้อยู่ในระดับสูงทั้งหมดเช่นเดียวกันแสดงถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับรู้สีกได้ทุกตัวบ่งชี้

จะเห็นว่าตัวบ่งชี้ที่นักเรียนสามารถพัฒนาได้ดีมากที่สุดคือได้คะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เชิงภาพ คิดเป็นร้อยละ 100 มีทั้งหมด 2 ตัวบ่งชี้คือ ตัวบ่งชี้ที่ 2 ค้นหาภาพหรือสื่อภาพและ ตัวบ่งชี้ที่ 4 ประเมินภาพ โดยตัวบ่งชี้ที่ 2 ค้นหาภาพหรือสื่อภาพนั้นเป็นการค้นหาภาพที่เหมาะสมจากเว็บไซต์ต่าง ๆ และหนังสือ เพื่อให้ได้ภาพที่หลากหลายหลังจากนั้นนักเรียนสามารถเลือกภาพมาสร้างแบบจำลองภาพได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนสามารถทำตัวบ่งชี้นี้ได้ดี ส่วนในตัวบ่งชี้ที่ 4 ประเมินภาพ เป็นการประเมินถึงข้อดีและข้อเสียของแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้น โดยการประเมินถึงข้อดีข้อเสียพบว่านักเรียนทุกคนสามารถประเมินได้สอดคล้องกับแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้น

ในตัวบ่งชี้ที่ 6 สร้างสรรค์ภาพ เป็นตัวบ่งชี้ที่นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เชิงภาพหลังการจัดการเรียนรู้ร้อยละ 73.3 ซึ่งมีย่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับทุกตัวบ่งชี้ เนื่องจากในตัวบ่งชี้นี้เป็น การวัดจากการสร้างแบบจำลองภาพของนักเรียน โดยนักเรียนจำเป็นที่จะต้องสร้างแบบจำลองภาพตามสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับระบบประสาทอย่างครบถ้วนแต่นักเรียนโดยส่วนใหญ่ยังไม่สามารถสร้างแบบจำลองภาพที่มีองค์ประกอบที่ครบถ้วนได้

บทที่ 5

บทสรุป

การศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพในเรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน ตามแนวทางของ Gobert and Buckley (2004) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถสรุปสาระสำคัญของการวิจัยได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 วงรอบ สามารถสรุปการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างแบบจำลองทางความคิด

ในขั้นนี้ครูใช้สื่อวิดีโอที่สื่อถึงสถานการณ์การตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและเชื่อมโยงสื่อวิดีโอเข้าสู่บทเรียนที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท โดยสื่อวิดีโอควรเป็นสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนเป็นเหตุการณ์ที่นักเรียนคุ้นเคยหรือมีความใกล้ชิดตัวนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถได้แสดงความรู้เดิมของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับเรื่องระบบประสาท โดยการสร้างแบบจำลองทางความคิดเดิมของนักเรียนผ่านการวาดภาพ

ขั้นที่ 2 ประเมินและทบทวนแนวคิด

ในขั้นนี้ครูใช้สื่อวิดีโอที่เกี่ยวข้องกับการให้ความรู้ในเรื่องระบบประสาทเพื่อให้นักเรียนได้รู้ขอบเขตของแนวคิดเรื่องระบบประสาทและรู้จักกับคำศัพท์ทางเทคนิค โดยให้นักเรียนได้ดูสื่อวิดีโอที่นักเรียนสามารถทบทวนได้ หลังจากนั้นครูให้นักเรียนได้อภิปรายถึงข้อดีข้อเสียของแบบจำลองทางความคิดเดิมของนักเรียนและแก้ไขเพื่อให้ได้แบบจำลองทางความคิดเดิมของกลุ่ม เมื่อนักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดเดิมของนักเรียนเรียบร้อยแล้วให้นักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยก่อนการนำเสนอหน้าชั้นเรียนครูควรเข้าไปให้คำแนะนำเกี่ยวกับการนำเสนอ เพื่อให้เรื่องที่นักเรียนออกมานำเสนอมีความสัมพันธ์กับแบบจำลองทางความคิดเดิมของนักเรียน

ขั้นที่ 3 สร้างแบบจำลอง

ในขั้นตอนนี้ครูใช้เวลาในการให้นักเรียนได้ฝึกวาดภาพ โดยให้รู้จักองค์ประกอบการวาดภาพทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างที่นักเรียนสร้างแบบจำลองภาพนั้นครูแนะนำแหล่งค้นหาข้อมูลภาพและแบบจำลองภาพที่หลากหลายและนำเสนอข้อถกเถียงในเรื่องระบบประสาท เพื่อให้นักเรียนได้เห็นภาพและแบบจำลองภาพระบบประสาทที่หลากหลายและสามารถสร้างแบบจำลองภาพระบบประสาทที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ดีขึ้น

ขั้นที่ 4 ประเมินแบบจำลอง

ครูใช้คำถามที่ชี้ให้นักเรียนได้เห็นถึงจุดดีจุดด้อยของแบบจำลองภาพของนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนได้เห็นถึงข้อดีข้อเสียของแบบจำลองภาพของนักเรียนและสามารถแก้ไขแบบจำลองภาพของนักเรียนได้ตรงจุด และในช่วงการจัดกิจกรรมครูควรกำหนดเวลาให้แน่ชัดเพื่อไม่ให้นักเรียนใช้เวลาในการแก้ไขแบบจำลองนานจนเกินไป

ขั้นที่ 5 ขยายแบบจำลอง

ครูจำเป็นต้องใช้คำถามปลายเปิดที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของแบบจำลองภาพระบบประสาทที่นักเรียนได้สร้างขึ้นกับสถานการณ์ใหม่ที่ครูได้กำหนด เพื่อให้ นักเรียนได้เกิดการตอบคำถามที่หลากหลายและมีส่วนร่วมกับการจัดการเรียนรู้ ในส่วน กิจกรรมการสรุปเนื้อหาเรื่องระบบประสาทครูให้นักเรียนได้พูดถึงสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ออกมาโดยครูเป็นผู้รับฟังนักเรียนเพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหา

ตอนที่ 2 การรู้เชิงภาพของนักเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลผลของความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ ความรู้สึกของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่าในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในรอบที่ 1 2 และ 3 นักเรียนมีร้อยละคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เชิงภาพเพิ่มขึ้น โดยร้อยละคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เชิงภาพของนักเรียนคือ 39.4 65.6 และ 82.6 ตามลำดับ และผ่านเกณฑ์ความฉลาดรู้เชิงภาพเรียงลำดับตามวงรอบที่ 1 2 และ 3 คือ ระดับต่ำ ระดับสูงและระดับสูง ตามลำดับ ในส่วนผลของความฉลาดรู้เชิงภาพของก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ มีการเก็บข้อมูลจากแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ ร้อยละคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เชิงภาพหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ คือ 87.5 และ 21.3 ตามลำดับ โดยผ่านเกณฑ์ความฉลาดรู้เชิงภาพในระดับสูงและในระดับต่ำ ตามลำดับ

อภิปรายผล

ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้ง 3 วงรอบ ในแต่ละขั้นตอนทั้ง 5 ขั้น ต้องมีการปรับปรุงให้เหมาะสมกับนักเรียนดังประเด็นในการอภิปรายต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 สร้างแบบจำลองทางความคิด

ในขั้นตอนนี้มีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียนโดยใช้สื่อวิดีโอที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการทำงานของระบบประสาทเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาเรื่อง ระบบประสาทโซมาติก ระบบประสาทอัตโนมัติและอวัยวะรับสัมผัส พบว่าในวงรอบที่ 1 มีการใช้สื่อวิดีโอที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่ออาหารของปะการังแอกเคนที่เป็นสิ่งมีชีวิตในไฟลัมไนดาเรีย (Cnidaria) โดยระบบประสาทของสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้มีรูปแบบที่เรียกว่า ระบบประสาทแบบร่างแห (nerve net) ซึ่งแตกต่างจากระบบประสาทของมนุษย์ที่มีการรวมกันของเซลล์ประสาท (neuron) จนกลายเป็นสมอง (brain) และไขสันหลัง (spinal cord) และมีการแตกแขนงของเส้นประสาท (nerve) ที่เรียกว่า เส้นประสาทสมอง (cranial nerve: CN) และเส้นประสาทไขสันหลัง (spinal nerve: SN) จะเห็นได้ว่าระบบประสาทจากสื่อวิดีโอที่แสดงสถานการณ์การตอบสนองของปะการังแอกเคนนั้นมีระบบประสาทที่แตกต่างจากมนุษย์เป็นอย่างมาก นอกจากนี้ปะการังแอกเคนยังเป็นปะการังที่ไม่ได้พบได้ทั่วไปในชีวิตประจำวันของนักเรียน จึงส่งผลให้สื่อวิดีโอที่ใช้สามารถกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้น้อยและการเชื่อมโยงสื่อเข้าสู่บทเรียนได้ยาก เนื่องจากนักเรียนมีความสับสนกับระบบประสาทที่มีความแตกต่างกันมากเกินไป ในการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 2 และวงรอบที่ 3 มีการใช้สื่อวิดีโอที่มีความใกล้เคียงกับนักเรียนมากยิ่งขึ้นและมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยในวงรอบที่ 2 มีการใช้สื่อวิดีโอที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองของมนุษย์เมื่อมีรถยนต์พุ่งเข้ามาชน และในวงรอบที่ 3 เป็นสื่อวิดีโอที่แสดงเกี่ยวกับดวงอาทิตย์ที่กำลังขึ้นเหนือท้องทะเล พบว่ากระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ดีขึ้นและนักเรียนสนใจในเนื้อหาที่จะเรียนมากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Blair & Serafini (2014) ที่กล่าวว่า การนำสื่อเข้ามาใช้ในชั้นเรียนสามารถกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ และนอกจากนี้ยังพบว่าสื่อที่นำมาใช้มีลักษณะที่ใกล้ตัวกับนักเรียนซึ่งยิ่งใกล้ตัวมากเท่าไรนักเรียนก็จะรู้สึกมีส่วนร่วมกับการเรียนมากยิ่งขึ้น จึงส่งผลให้นักเรียนอยากเรียนรู้มากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rahman et al., (2019) ที่กล่าวว่า การทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมจะส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจและสนใจที่จะเรียนมากขึ้น

ซึ่งเห็นได้จากนักเรียนสามารถแสดงความรู้เดิมออกมาแบบจำลองทางความคิดผ่านภาพวาดที่มีองค์ประกอบและสัญลักษณ์ของภาพที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย

ขั้นที่ 2 ประเมินและทบทวนแนวคิด

ในการใช้สื่อวิดีโอเพื่อให้นักเรียนสามารถทบทวนความรู้เดิมเรื่องระบบประสาทและแก้ไขความรู้เดิมและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ พบว่าการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 1 ใช้สื่อวิดีโอให้นักเรียนดู 1 รอบ โดยเนื้อหาในสื่อวิดีโอเกี่ยวข้องกับการอธิบายองค์ประกอบของระบบประสาทและการเกิดกระแสประสาทด้วยภาพพร้อมคำศัพท์ทางเทคนิค เช่น นิวรอน (neuron) ซีรีบรัม (cerebrum) โหนดออฟแรนเวียร์ (node of Ranvier) เป็นต้น ในวงรอบนี้ นักเรียนไม่สามารถจับประเด็นสำคัญของข้อมูลที่นักเรียนได้ดูจากวิดีโอได้และในช่วงการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนได้แก้ไขแบบจำลองทางความคิดเดิมของนักเรียน พบว่านักเรียนยังไม่สามารถให้คำศัพท์ทางเทคนิคได้ ในวงรอบที่ 2 และ 3 มีการปรับโดยใช้สื่อวิดีโอให้นักเรียนดูมากกว่า 1 รอบ นักเรียนเริ่มมีความคุ้นเคยกับเนื้อหาใหม่และศัพท์ทางเทคนิคมากขึ้นสังเกตได้จากนักเรียนใช้ศัพท์ทางเทคนิคในการพูดคุยกันแลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่มเพื่อแก้ไขแบบจำลองทางความคิดเดิมของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฟิกิริ บิดิง และคณะ (2556) ที่กล่าวว่าการให้นักเรียนได้ทำซ้ำสามารถเพิ่มทักษะในการจดจำคำศัพท์ได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้การใช้คำถามหลังจากดูวิดีโอจบเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยคำถามจะเน้นไปที่ประเด็นสำคัญที่นักเรียนควรทราบจากวิดีโอ เช่น ช่วงการเกิดกระแสประสาทเกิดอะไรขึ้นบ้างและเซลล์ประสาทมีการติดต่อสื่อสารกันอย่างไร เป็นต้น การใช้คำถามส่งผลให้นักเรียนมีการโต้ตอบกับครูมากขึ้นและนักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ที่มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Emaliana (2017) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เป็นผู้ทำกิจกรรมด้วยตนเองส่งผลให้นักเรียนสนใจในสิ่งที่เรียน สนุกกับสิ่งที่ได้เรียนรู้และนักเรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้เห็นได้จากนักเรียนสามารถเห็นจุดดีจุดเด่นของภาพวาดที่เป็นตัวแทนของแบบจำลองทางความคิดเดิมและสามารถแก้ไขพร้อมทั้งพัฒนาภาพวาดของนักเรียนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 3 สร้างแบบจำลอง

การให้เวลานักเรียนได้ฝึกวาดภาพองค์ประกอบทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทก่อนที่นักเรียนจะลงมือสร้างแบบจำลองภาพระบบประสาท โดยเริ่มให้นักเรียนได้รู้จักเส้นพื้นที่ว่าง รูปร่างและรูปแบบ ตามงานวิจัยของ Dempsey (2009) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวาดภาพทางชีววิทยาสำหรับการเรียนรู้ หลังจากนั้นให้นักเรียนนำองค์ประกอบที่ได้เรียนรู้มาประกอบเป็นรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท เช่น สมอ เซลล์ประสาท และไซสันหลัง เป็นต้น ทำให้นักเรียนมีความคุ้นเคยกับการวาดภาพและสามารถวาดภาพได้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น สังเกตได้จากการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 2 และวงรอบที่ 3 นักเรียนสามารถลงมือวาดภาพเพื่อสร้าง

แบบจำลองภาพได้อย่างรวดเร็วและรายละเอียดของแบบจำลองภาพมีครบถ้วนสามารถอธิบายสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wu and Rau (2018) ที่กล่าวว่าการให้นักเรียนได้วาดภาพซ้ำ ๆ ช่วยให้นักเรียน สร้างแบบจำลองได้ดีขึ้นและเข้าใจแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น จะเห็นได้ว่าในระหว่างการสร้างแบบจำลองภาพนั้น นักเรียนต้องระบุนรายละเอียดของภาพ สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภาพเพื่อหาภาพที่เหมาะสม และใช้ภาพที่ได้นั้นมาปรับเปลี่ยนเพื่อให้เหมาะสมกับแบบจำลองภาพตามสถานการณ์ต่าง ๆ เมื่อสร้างเสร็จนักเรียนต้องออกมาอธิบายกระบวนการของระบบประสาทจากแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้น จากการจัดกิจกรรมการสร้างแบบจำลองภาพนี้สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพไปพร้อม ๆ กับการทำสร้างแบบจำลองภาพที่ต้องใช้การค้นหาภาพสร้างภาพ ระบุนรายละเอียดของภาพและอธิบายภาพ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yerlikaya & Yerlikaya (2016) ที่กล่าวว่าการสร้างแบบจำลองและความฉลาดรู้เชิงภาพมีความเกี่ยวเนื่องกัน ในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองภาพและสถานการณ์ที่กำหนดให้นั้น เห็นได้จากในวงรอบที่ 2 นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองภาพที่มีองค์ประกอบของระบบประสาทชัดเจนขึ้นแต่แบบจำลองภาพของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมีความคล้ายคลึงกันไม่มีความหลากหลายและส่วนที่สำคัญที่สุดคือแม้ว่าแบบจำลองภาพของนักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการของระบบประสาทได้แต่แบบจำลองภาพของนักเรียนยังสามารถเชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ดี เนื่องจากการสืบค้นข้อมูลของนักเรียน นักเรียนยังใช้แหล่งข้อมูลที่ยังอยู่ในประเทศไทยและหนังสือเรียนเป็นส่วนใหญ่จึงส่งผลให้แหล่งข้อมูลที่นักเรียนใช้สืบค้นยังมีความหลากหลายไม่เพียงพอ ในวงรอบที่ 3 จึงมีการให้ข้อมูลกับนักเรียนเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลในเรื่องแบบจำลองภาพระบบประสาทที่หลากหลายมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนได้เห็นและได้อ่านข้อมูลที่มีความหลากหลายมากขึ้น นักเรียนจึงสามารถจับประเด็นสำคัญในการสื่อสารข้อมูลออกมาเป็นแบบจำลองภาพได้ดีขึ้น ทำให้แบบจำลองภาพของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับสถานการณ์ที่กำหนดให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Whitten et al., (2016) ที่กล่าวว่า การอ่านและศึกษาที่หลากหลายและมากขึ้นจะสามารถช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพของการเรียนรู้ได้ดีมากยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับคำกล่าวของ Gilbert (2011) ที่กล่าวว่า นักเรียนไม่สามารถสร้างแบบจำลองที่ดีถ้าปราศจากการนำทาง ซึ่งการสร้างแบบจำลองได้ดีจำเป็นต้องมีแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย

นอกจากนี้กระบวนการสร้างแบบจำลองภาพนั้น ทำให้นักเรียนได้มองเห็นถึงรายละเอียดที่ได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เช่น นักเรียนจะทราบด้วยตัวนักเรียนว่าการจะส่งกระแสประสาท

เพื่อให้ร่างกายตอบสนองนั้นจำเป็นจะต้องใช้เส้นประสาทอย่างน้อย 3 ชนิดด้วยกัน คือ เส้นประสาทรับความรู้สึก (sensory neuron) เส้นประสาทประสานงาน (interneuron) และ เส้นประสาทสั่งการ (motor neuron) แต่เมื่อนักเรียนต้องสร้างแบบจำลองภาพนั้น นักเรียน จำเป็นต้องวาดเส้นประสาทต่าง ๆ ซึ่งรูปร่างของเส้นประสาทในแต่ละตำแหน่งก็แตกต่างกันไป คือ เซลล์ประสาทขั้วเดียว (unipolar neuron) เซลล์ประสาทสองขั้ว (bipolar neuron) และเซลล์ประสาทหลายขั้ว (multipolar) เป็นต้น เพราะฉะนั้นการใช้แบบจำลองภาพเข้ามาในการจัดการ เรียนรู้นั้นจึงสามารถส่งผลให้นักเรียนสามารถเข้าใจในเรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกได้ดี ขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Seel (2017) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็น ฐานส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น และ Wu & Rau (2018) ที่กล่าวว่า การสร้าง แบบจำลองด้วยตัวนักเรียนส่งผลให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมและเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 ประเมินแบบจำลอง

การประเมินแบบจำลองภาพของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้เห็นถึงข้อดีข้อเสียของแบบจำลอง ภาพและนักเรียนแก้ไข ปรับปรุงและได้แบบจำลองภาพที่สมบูรณ์ที่สุด การจัดการเรียนรู้ใน วงรอบที่ 1 ครูบอกถึงข้อดีข้อเสียของแบบจำลองภาพด้วยตัวครูเองกับนักเรียน นักเรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรมนี้น้อย นักเรียนจึงเป็นถึงจุดติดขัดของแบบจำลองภาพได้น้อย ยกตัวอย่างเช่น การวาดภาพเซลล์ประสาทประสานงาน (interneuron) จำเป็นต้องแสดงถึงตำแหน่งการวางโดย เซลล์ประสาทประสานงานควรอยู่ในตำแหน่งของระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system) แต่นักเรียนนักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถวางเส้นประสาทประสานงานในตำแหน่งที่ถูกต้อง ได้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่ทราบว่าแบบจำลองภาพของนักเรียนนั้นมีจุดดีหรือจุดด้อยอย่างไรบ้าง ส่งผลให้การแก้ไขแบบจำลองภาพของนักเรียนไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ในการจัดการเรียนรู้ ในวงรอบที่ 2 และ 3 นั้นมีการปรับให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมมากยิ่งขึ้นโดยการปรับเปลี่ยน จากครูบอกถึงข้อดีข้อเสียของแบบจำลองภาพของนักเรียนมาเป็นการใช้คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนได้ เห็นถึงข้อดีข้อเสียของแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้นด้วยตัวของนักเรียนเอง ยกตัวอย่าง การใช้คำถาม เช่น องค์ประกอบของแบบจำลองภาพของนักเรียนสามารถอธิบายสถานการณ์การ ตอบสนองของระบบประสาทได้ครบถ้วนหรือไม่ ตำแหน่งต่าง ๆ ของภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบ ประสาทสามารถวางได้ถูกต้องหรือไม่ มีองค์ประกอบใดที่จำเป็นหรือไม่จำเป็นบ้างของแบบจำลอง ภาพที่นำมาอธิบายสถานการณ์ เป็นต้น หลังจากการใช้คำถามพบว่านักเรียนสามารถเห็นถึงจุดดี จุดเด่นของแบบจำลองภาพของนักเรียนได้ดีขึ้น รู้ว่าจุดไหนควรปรับปรุง และจุดไหนคือจุดเด่นของ แบบจำลองภาพที่ได้สร้างขึ้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ไขแบบจำลองภาพได้ดี เห็นได้จาก

แบบจำลองภาพของนักเรียนสามารถอธิบายสถานการณ์ได้ดีขึ้นและมีความเข้าใจง่ายมากขึ้น จะเห็นได้ว่าการใช้คำถามสามารถส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้นได้ (Huxtable & Jack, 2017) และนอกจากนี้ยังพบว่าการที่นักเรียนได้ค้นหาหรือตรวจสอบแบบจำลองภาพด้วยตัวนักเรียนเอง ส่งผลถึงประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินแบบจำลองภาพของตัวนักเรียนเองให้มีความเชี่ยวชาญมากยิ่งขึ้น ยิ่งนักเรียนมีประสบการณ์ที่มากยิ่งขึ้นยิ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถประเมินแบบจำลองภาพได้ดียิ่งขึ้นจึงสามารถแก้ไขแบบจำลองได้ดีส่งผลให้แบบจำลองภาพนักเรียนจึงมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rapp (2005) ที่กล่าวว่า การมีประสบการณ์ที่มากขึ้นและมองเห็นข้อบกพร่องของแบบจำลองจะช่วยให้สามารถปรับปรุงแบบจำลองได้ดีขึ้น

ขั้นที่ 5 ขยายแบบจำลอง

การนำแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากสถานการณ์ที่ได้กำหนดให้ก่อนหน้านี้มาใช้ อธิบายเหตุการณ์ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องเพื่อตรวจสอบความสามารถในการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาท นักเรียนต้องเชื่อมโยงแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้นให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ จากการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 1 ครูใช้คำถามปลายเปิดสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับแบบจำลองภาพระบบประสาทโซมาติก ตัวอย่างคำถามเช่น สมองส่วนใดทำหน้าที่เกี่ยวกับการควบคุมการเคลื่อนไหว สมองที่เกี่ยวข้องกับการรักษาสสมดุลคือส่วนใด เป็นต้น จะสังเกตเห็นได้ว่าคำถามไม่ได้สื่อถึงให้นักเรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์และแบบจำลองภาพของนักเรียนซึ่งคำถามประเภทนี้ถ้าไม่รู้ข้อมูลที่ถามผู้ตอบจะไม่สามารถตอบได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่กล้าตอบคำถาม ครูจึงมีบทบาทเป็นส่วนใหญ่ใจกิจกรรมนี้โดยครูถามคำถามและตอบคำถามที่ถามด้วยตัวครูเอง นักเรียนจึงไม่สามารถมองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองภาพและสถานการณ์ได้ ในวงรอบที่ 2 และ 3 ครูจึงปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามปลายเปิดที่มุ่งประเด็นให้นักเรียนได้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้นเพื่ออธิบายสถานการณ์เดิมมาอธิบายสถานการณ์ใหม่ เช่น เมื่อนักเรียนอยู่ในภาวะหลังเกิดเหตุการณ์อันตรายเช่นหนีไฟไหม้ร่างกายนักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง การเปลี่ยนแปลงของร่างกายนักเรียนมีความสัมพันธ์กับแบบจำลองภาพที่นักเรียนได้สร้างขึ้นอย่างไร เป็นต้น จะเห็นได้ว่าคำถามที่ใช้ไม่ได้จำกัดที่คำตอบอยู่เพียงคำตอบเดียว และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตอบอย่างหลากหลายขึ้น เพราะฉะนั้นหลังจากการใช้คำถามปลายเปิดกับนักเรียนจะเห็นได้ว่านักเรียนให้ความร่วมมือกับกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้มากขึ้นสังเกตได้จากนักเรียนให้ความร่วมมือในการตอบคำถามที่มากขึ้นและคำตอบของนักเรียนมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้นเช่นกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Vale & Leder (2004) ได้กล่าวว่าการถามคำถามปลายเปิดส่งผลให้นักเรียนสามารถตอบคำถามได้อย่างหลากหลายมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อใช้คำถามปลายเปิดนักเรียนมีการโต้ตอบกับครูมากขึ้น บทบาทของนักเรียนในการทำกิจกรรมมากขึ้นและ

นักเรียนสามารถนำแบบจำลองภาพของนักเรียนมาอธิบายสถานการณ์ใหม่ได้ สามารถเชื่อมโยงแบบจำลองภาพเข้ากับสถานการณ์ใหม่ได้ สอดคล้องกับคำกล่าวของ Gilbert (2011) ที่กล่าวว่า การโต้แย้งช่วยให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้นและได้รู้ถึงใจความสำคัญของแบบจำลอง ส่งผลให้นักเรียนสามารถระบุรายละเอียดในแบบจำลองภาพของนักเรียนได้ว่า สถานการณ์ใหม่มีความแตกต่างหรือเหมือนกับสถานการณ์เดิมอย่างไร ส่วนไหนของแบบจำลองภาพบ้างที่จำเป็นต้องใช้ในการอธิบายสถานการณ์ใหม่จะสังเกตเห็นว่านักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการของระบบประสาทที่ยู่ยากซับซ้อนผ่านแบบจำลองได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sukmawati et al. (2020) ที่กล่าวว่า การอ่าน การตอบ การโต้แย้งและการอธิบาย ส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนที่ดีขึ้น

ตอนที่ 2 การรู้เชิงภาพของนักเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

จากการวิเคราะห์ผลความฉลาดรู้เชิงภาพเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่าระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนักเรียนมีร้อยละคะแนนความฉลาดรู้เชิงภาพทุกตัวบ่งชี้อยู่ในระดับสูง และเมื่อดูความฉลาดรู้เชิงภาพรวมทุกตัวบ่งชี้ระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้พบว่าความฉลาดรู้เชิงภาพอยู่ในเกณฑ์ระดับสูงเช่นเดียวกัน แสดงถึงนักเรียนสามารถระบุภาพค้นหาภาพ อธิบายภาพ ประเมินภาพ ใช้ภาพ สร้างสรรค์ภาพและแยกแยะสิ่งสำคัญจากภาพได้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการใช้แบบจำลอง และสามารถพัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้ (Gilbert, 2011) นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในงานวิจัยนี้นักเรียนได้ใช้สื่อภาพจากการค้นหาภาพจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งการใช้ภาพเข้ามาเกี่ยวข้องเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ให้นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองทางความคิดได้ (Reiner, 2008) โดยในการสร้างแบบจำลองภาพนักเรียนจำเป็นต้องระบุองค์ประกอบ อธิบายแบบจำลองภาพและค้นหาข้อมูลภาพจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และมีการเชื่อมโยงแบบจำลองภาพที่สร้างกับสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้อง ส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพได้ นอกจากนี้แบบจำลองภาพยังเป็นตัวกลางสื่อสารถึงความเข้าใจในบทเรียนของนักเรียนได้อย่างมีคุณภาพเป็นอย่างมาก (Tversky, 2005) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิมพ์ภา วิเศษสา และ สุดคณิง นฤพนธ์จิรกุล (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ ญัฐพล กวดไทย และสุมาลี ชูกำแพง (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาการสร้างแบบจำลองได้

เมื่อพิจารณาผลการพัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพรายตัวบ่งชี้พบว่าตัวบ่งชี้ที่ 2 การค้นหาภาพหรือสื่อภาพ และตัวบ่งชี้ที่ 4 การประเมินภาพ อยู่ในระดับสูง เนื่องจากตัวบ่งชี้ที่ 2 นั้นในกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นการสร้างแบบจำลองนักเรียนได้ค้นหาภาพจากแหล่งข้อมูลทั้งเว็บไซต์และหนังสือเพื่อให้ได้ภาพที่หลากหลายและเหมาะสม ส่งผลให้นักเรียนได้รู้จักแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและมีความน่าเชื่อถือส่งผลให้เกิดการพัฒนาตัวบ่งชี้ที่ 2 การค้นหาภาพเพิ่มมากขึ้นตามลำดับสอดคล้องกับงานวิจัยของ โชคอนันต์ จิงเจริญรัตน์ และคนอื่น ๆ (2563) ที่กล่าวการที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่ต้องใช้เทคโนโลยีในการเข้าถึงข้อมูลจะสามารถช่วยส่งเสริมทักษะการคัดกรองข้อมูลและการวางแผนการหาข้อมูลได้ และในกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นประเมิน ในวงจรปฏิบัติการแรกนักเรียนยังไม่สามารถประเมินถึงข้อดีข้อเสียของแบบจำลองภาพได้ แต่เมื่อได้ปรับเพิ่มการใช้คำถามถึงข้อดีข้อเสียของแบบจำลองภาพที่สร้างขึ้นและกำหนดเวลาในการแก้ไขแบบจำลองภาพให้สมบูรณ์ส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกในการมองเห็นถึงข้อดีข้อเสียของแบบจำลองและพัฒนาแบบจำลอง จึงส่งผลให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในตัวบ่งชี้ที่ 4 การประเมินภาพได้ดีขึ้นเนื่องจากนักเรียนมีประสบการณ์ที่มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Gilbert (2011) ที่กล่าวว่า การตั้งคำถามและคำแนะนำจากครูบางส่วนช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นสิ่งที่นักเรียนค้นหาได้ และงานวิจัยของ Rapp (2005) ที่กล่าวว่าประสบการณ์ที่มากขึ้นในการสร้างแบบจำลองสอดคล้องกับความสามารถในการพัฒนาแบบจำลองที่มากขึ้น

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลการพัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพในตัวบ่งชี้ที่ 5 การใช้ภาพและสื่อภาพ พบว่ามีความแตกต่างจากตัวบ่งชี้อื่น ๆ เนื่องจากร้อยละคะแนนเฉลี่ยระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากกว่าร้อยละคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากช่วงระหว่างการจัดการเรียนรู้มีการใช้กระบวนการกลุ่มในการทำกิจกรรมส่งผลให้นักเรียนสามารถร่วมกันเลือกใช้สัญลักษณ์และภาพในการสร้างแบบจำลองภาพได้ดีกว่าหลังการจัดการเรียนรู้ซึ่งนักเรียนต้องสร้างแบบจำลองภาพด้วยตัวนักเรียนเองเท่านั้นสอดคล้องกับอมรรัตน์ วิริชิตกุล และ เบญจพร สว่างศรี (2564) ที่กล่าวว่า ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการใช้กระบวนการกลุ่ม ทำให้นักเรียนได้มีการพูดคุยและแลกเปลี่ยนความเห็นระหว่างกัน รวมถึงการช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่มทำให้งานมีประสิทธิภาพมากขึ้น (นราลักษณ์ ผ่องปัญญา และ ยศวีร์ สายฟ้า, 2561) และในผลการพัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพในตัวบ่งชี้ที่ 6 การสร้างสรรค์ภาพ เป็นตัวบ่งชี้ที่นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เชิงภาพหลังการจัดการเรียนรู้น้อยที่สุด เนื่องจากในตัวบ่งชี้นี้เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลองภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ซึ่งยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถสร้างแบบจำลองภาพเพื่อแสดงการทำงานของระบบประสาทได้อย่างครบถ้วนเนื่องจากการสร้าง

แบบจำลองภาพเพื่ออธิบายเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งให้สามารถเข้าใจหรือครบถ้วนได้นั้น นักเรียนจำเป็นต้องรู้ถึงใจความสำคัญของเรื่องนั้น ๆ และนำใจความสำคัญนั้นมาสร้างเป็นแบบจำลองภาพ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Gilbert (2011) ที่กล่าวว่า หลายคนสามารถสร้างแบบจำลองได้แต่ในการสร้างแบบจำลองเพื่อที่จะสามารถสื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้นั้น จำเป็นจะต้องมีสิ่งที่สำคัญ ที่ถูกแจคือใจความสำคัญของสิ่งนั้น ๆ

ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย

การพัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพในส่วนของการสร้างสรรค์ภาพให้ดีขึ้นโดยการสร้างแบบจำลองภาพนั้น ก่อนทำกิจกรรมควรให้นักเรียนได้ฝึกวาดภาพที่นักเรียนคุ้นเคยหรือรูปทรงอย่างง่ายรวมถึงองค์ประกอบการวาดภาพทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้คุ้นเคยกับการวาดภาพก่อน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาค้นคว้าของกระบวนการกลุ่มที่ส่งผลต่อความฉลาดรู้เชิงภาพในแต่ละตัวบ่งชี้ เนื่องจากในการทำวิจัยในตัวบ่งชี้เลือกใช้ภาพและสื่อภาพหลังการจัดการเรียนรู้มีร้อยละคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้เชิงภาพน้อยกว่าระหว่างการจัดการเรียนรู้

บรรณานุกรม



- 21ST CENTURY SCHOOLS. (2020). *Visual Literacy*. Retrieved April, 21, 2020, from <https://www.21stcenturyschools.com/visual-literacy.html>
- Advancing learning Transforming scholarship (ACRL). (2020). *Keeping up with VISUAL LITERACY*. Retrieved April, 18, 2020, from http://www.ala.org/acrl/publications/keeping_up_with/visual_literacy?fbclid=IwAR2me_6gSgw5v63IPF3UMq77Ep_DH0aBknOX51yri1JlFNq8l6aDuQA_59w
- Alhalafawy, Waleed. (2014). The Relationship between Types of Image Retrieval and Cognitive Style in Developing Visual Thinking Skills. *Life Science Journal*. 11(9).
- American Psychological Association (APA). (2021). *Visual Thinking*. Retrieved April, 21, 2021, from <https://www.alleydog.com/glossary/definition-cit.php?term=Visual+Thinking>.
- Anderson, Dianne L. et. al. (2002). Development and Evaluation of the Conceptual Inventory of Natural Selection. *Journal of Research in Science Teaching*. 39(10), 952-978.
- Arneson, Jessie B. and Offerdahl, Erika G. (2018). Visual Literacy in Bloom: Using Bloom's Taxonomy to Support Visual Learning Skills. *Life Science Education*. 1-8.
- Avgerinou, Maria and Ericson, John. (1997). A review of the concept of visual literacy. *British Journal of Educational Technology*. 28(4), 280-291.
- Bayrak, Beyza K. (2013). Using Two-Tier Test to Identify Primary Students' Conceptual Understanding and Alternative Conceptions in Acid Base. *Mevlana International Journal of Education (MIJE)*. 3(2), 19-26.
- Bell, Justine C. (2014). Visual Literacy Skills of Students in College-Level Biology: Learning Outcomes following Digital or Hand-Drawing Activities. *The Canadian Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 5(1), 1-14.
- Blair, Risa. & Serafini, M. Tina. (2014). Integration of Education: Using Social Media Networks to Engage Students. *Journal on Systemics, Cybernetics and Informatics*, 12, 28-31.

- Bowen, Tracey. (2017). Assessing visual literacy: a case study of developing a rubric for identifying and applying criteria to undergraduate student learning. *Teaching in Higher Education*. 1470-1294.
- Buckley, Barbara C. et al. (2004). Model-Based Teaching and Learning With BioLogica™: What Do They Learn? How Do They Learn? How Do We Know?. *Journal of Science Education and Technology*. 13(1), 23-41.
- Buckley, Barbara C. et al. (2010). Looking inside the black box: assessing model-based learning and inquiry in BioLogica™. *International Journal Learning Technology*. 5(2), 166-190.
- Cambridge Dictionary. (2020). *Cambridge University Press*. Retrieved April, 24, 2020, from <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/conception>
- Cisterna, Dante et al. (2019). Model-based teaching and learning about inheritance in third-grade science. *International Journal of Science Education*. 41(15), 2177-2199.
- Çoban, Atakan. (2019). Development of Three-Tier Scale: Insufficiencies of Classic Physics Conceptual Comprehension Scale. *Science Education Journal*. 4(2), 154-165.
- Dempsey, Brian C. & Betz B.J. (2009). Biological Drawing A Scientific Tool For Learning. *The American Biology Teacher*. 217-279
- Emaliana, Ive. (2017). Teacher-centered or Student-centered Learning Approach to Promote Learning?. *Jurnal Sosial Humaniora*, 10(2), 59-70.
- Estrada, Cicteg C. R. & Davis, Lloyd s. (2015). Improving Visual Communication of Science Through the Incorporation of Graphic Design Theories and Practices Into Science. *Science Communication*, 37(1), 140-148.
- Gholam, Alain. (2018). Student Engagement through Visual Thinking Routines. *Athens Journal of Education*. 5(2), 116-172.
- Gilbert, J. K., & Boulter Carolyn J. (2000). *Developing models in science education*. Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Gilbert, John K. (2005). Visualization: a Metacognitive skill in Science and Science Education. *Visualization in Science Education*. 9-27

- Gilbert, John K., (2005). Visualizing the science of genomics. *Visualization in Science Education*. Netherlands: Springer.
- Gilbert, Steven W. (2011). MBST and the NATURE of MODELS. *Models-Based Science Teaching*. United States of America: National Science Teachers Association.
- Givry, Damien and Roth, Wolff-Michael. (2006). Toward a New Conception of Conceptions: Interplay of Talk, Gestures, and Structures in the Setting. *Journal of Research in Science Teaching*. 43(10), 1086-1109.
- Hattwig, Denise et al. (2013). Visual Literacy Standards in Higher Education: New Opportunities for Libraries and Student Learning. *Libraries and the Academy*. 13(1), 61-89.
- Institute of Museum and Library Service: IMLS. (2020). *MUSEUMS, LIBRARIES, AND 21st Century Skill*. Retrieved April, 21, 2020, from <https://www.imls.gov/issues/national-initiatives/museums-libraries-and-21st-century-skills/definitions>
- International Visual Literacy Association (IVLA). (2020). *What is Visual Literacy?*. Retrieved April, 20, 2020, from <https://visualliteracytoday.org/what-is-visual-literacy/>
- Kampourakis, Kostas. (2018). On the Meaning of Concepts in Science Education. *Science & Education*. 27, 591-592.
- Kanlı, U. (2015). Using a Two-tier Test to Analyse Students' and Teachers' Alternative Concepts in Astronomy. *Science Education International*. 26(2), 148-165.
- Kedra, Joanna. (2018). What does it mean to be visually literate? Examination of visual literacy definitions in a context of higher education. *Journal of Visual Literacy*. 37(2).
- Kılıça, Didem and Sağlamb, Necdet. (2009). Development of a two-tier diagnostic test concerning genetics concepts: the study of validity and reliability. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 2685-2686.
- Letrud K. (2012). A rebuttal of NTL Institute's learning pyramid. *Education*. 133(1), 117-124.

- Loucas T. Louca and Zacharias C. Zacharia. (2011). Modeling-based learning in science education: cognitive, metacognitive, social, material and epistemological contributions. *Educational Review*. 471-492.
- Lundy, April D. and Stephens, Alice E. (2015). Beyond the literal: Teaching visual literacy in the 21st century classroom. *Social and Behavioral Sciences*. 1057-1060.
- Maia, Poliana Flávia and Justi, Rosária. (2009). Learning of Chemical Equilibrium through Modelling-based Teaching. *International Journal of science Education*. 31(5). 603-630.
- McTigue, Erin M. (2011). Science Visual Literacy: Learners' Perceptions and Knowledge of Diagrams. *The Reading Teacher*. 64(8), 578-589.
- Metros, Susan E. (2008). The Educator's Role in Preparing Visually Literate Learners. *Theory Into Practice*. (47), 102-109.
- Moreno, R., Ozogul, G., and Reisslein, M. (2011). Teaching with concrete and abstract visual representations: Effects on students' problem solving, problem representations, and learning perceptions. *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 32-47.
- Norris, Stephen P. (2012). *Reading for Evidence and Interpreting Visualizations in Mathematics and Science Education*. Canada: Sense publishers.
- Pem, Kailash. (2019). *Enhancing High Order Science Visual Literacy Skills in Biology Learners*. Open university of Mauritius, Department of Education.
- Phillips, Linda M. et al. (2010). *Visualization in Mathematics, Reading and Science Education*. Springer Dordrecht Heidelberg London New York.
- Portewig, Tiffany Craft. (2004). Making Sense of the Visual in Technical Communication: A Visual Literacy Approach to Pedagogy. *Journal Technical Writing and Communication*. 34(1&2), 31-42.
- Prensky, Marc. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*. 9(5), 1-6.
- Rahman, Shahedur et al. (2019). Impact of social media use on student satisfaction in Higher Education. *Higher Education Quarterly*, 74(3), 304-319.
- Raiyn, Jamal. (2016). The Role of Visual Learning in Improving Students' High-Order Thinking Skills. *Journal of Education and Practice*. 7(24), 115-121.

- Rapp, N. David. (2005). Mental Models: Theoretical Issues for Visualizations in Science Education. *Visualization in Science Education*, 1, 43-60.
- Reiner, Miriam. (2018). Section A The Nature and Development of Visualization: A Review of what is Known. *Visualization: Theory and Practice in Science Education*, 25-27.
- Sahin, Çigdem and Çepni, Salih. (2009). Development of a Two Tiered Test for Determining Differentiation in Conceptual Structure related to "Floating-Sinking, Buoyancy and Pressure" Concepts. *Journal of Turkish Science education*. 8(1).
- Seel, M. Norbert. Model-based learning: a synthesis of theory and research. *Educational Technology Research and Development*, 65, 931-966.
- Sukmawati, Dian., Sopandi, Wahyu. & Sujana, Atep. (2020). The Application of Read-Answer-Discuss-Explain-and Create (Radec) Models to Improve Student Learning Outcomes in Class V Elementary School on Human Respiratory System. *Proceedings The 2nd International Conference on Elementary Education*, 2(1), 1734-1742.
- The ACRL Board of Directors. (2011). *ACRL Visual Literacy Competency Standards for Higher Education*. Retrieved April, 18, 2020, from <http://www.ala.org/acrl/standards/visualliteracy>
- Tibell, L. A. E. & Rundgren, C. J. (2010). Educational challenges of molecular life science: characteristics and implications for education and research. *CBE-Life Sciences Education*, 9, 25-33.
- Trumbo, Jean. (1999). Visual Literacy and Science Communication. *Science communication*. 20(4), 409-425.
- Tversky Barbara. (2005). Prolegomenon to Scientific Visualizations. *Visualization in Science Education*, 1, 29-42.
- Vale, Colleen M. & Leder, Gilah C. (2004). Student Views of Computer-Based Mathematics in The Middle Years: Does Gender Make a Difference?. *Educational Studies in Mathematics*, 56, 287-312.
- Vavra, Karen L. et. al. (2011). Visualization in Science Education. *Alberta Science Education Journal*. 41(1), 22-30.

- Whitten, C. Labby, S. & Sullivan L. S. (2016). The impact of Pleasure Reading on Academic Success. *The Journal of Multidisciplinary Graduate Research*, 2(4), 48-46.
- Williams, R., and Newton, J. H. (2007). *Visual communication: Integrating media, art, and science*. New York, NY: Routledge
- Wu, Sally P.W. & Rau, Martina A. (2018). Effectiveness and efficiency of adding drawing prompts to an interactive educational technology when learning with visual representations. *Learning and Instruction*, 55, 93-104.
- Yang, Tzu-Chi. (2017). Development of an interactive mathematics learning system based on two-tier test diagnostic and guiding strategy. *Australasian Journal of Educational Technology*. 33(1), 62-80.
- Yeh, Hsin-Te & Cheng, Yi-Chia. (2009). The influence of the instruction of visual design principles on improving pre-service teachers' visual literacy. *Computers & Education*, 54(1), 244-252.
- Yerlikaya, Asl & Yerlikaya Mahir. (2016). Models Usage in Teaching Astronomy and Visual Literacy. *Participatory Educational Research (PER)*, (3), 77-94.
- คณะกรรมการการจัดการความรู้ด้านการเรียนการสอน. (2555). *คู่มือแนวปฏิบัติที่ดี การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. สืบค้นเมื่อ 21 เมษายน 2563, จาก <https://www.chonburi.spu.ac.th/spucknowledge/upload/01-SPUKM-16June2013.pdf>
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: บริษัท ชัคเซสพับลิเคชั่น จำกัด
- ชุมพล ชารีแสน. (2555). *ความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ผังมโนมตรูปตัววี*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- โชคอนันต์ จิงเจริญรัตน์, ดนุลดา จามจุรี, มารุต พัฒนา และมนตรี แยมสิกร (2020). การศึกษาคุณลักษณะความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสร้างสรรค์อย่างมีวิจารณญาณสำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 16(2), 180-189.
- โชติภรณ์ ลีเวียง และไพโรจน์ เต็มเตชาติพงศ์. (2560). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของ*

- พืชดอก และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. รายงานสืบเนื่องการประชุมสัมมนาวิชาการ (Proceedings) การนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 17. สืบค้นเมื่อ 18 เมษายน 2563, จาก <http://gnru2017.psu.ac.th/proceeding/246-25600830112257.pdf>.
- ณพศพล เครื่องพาที และไพโรจน์ เต็มเตชาติพงศ์. (2560). ความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์และวิถีทางมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของพืชดอกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแผนผังมโนคติ. รายงานสืบเนื่องการประชุมสัมมนาวิชาการ (Proceedings) การนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 17, 93-104.
- ณัฐพล กวดไทย และสุมาลี ชูกำแพง. (2564). ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ, 14(2), 63-71.
- ณัฐมน สุชัยรัตน์. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ทวีป บรรจงเปลี่ยน. (2540). การเปรียบเทียบความเข้าใจโมเดลวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกสีเขียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลวิธีการสอนเพื่อเปลี่ยนมโนคติตามทฤษฎีของ Posner และคณะ กับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ธนา พิธยาพิทักษ์. (2559). การอ่านภาพจากหนังสือนิทานเรื่อง “แม่ไก่ไปเดินเล่น”: แนวทางการเรียนรู้ภาษาภาพสำหรับเด็กปฐมวัย. วารสารบรรณศาสตร์ มศว. 9(2), 98-113.
- นราลักษณ์ ผ่องปัญญา และ ยศวีร์ สายฟ้า. (2561). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านกระบวนการกลุ่มเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 13(2), 264-274.
- นิภาพร ภูมิภู และคนอื่น ๆ. (2558). ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นต่อแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ระบบประสาท. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53. สืบค้นเมื่อ 18 เมษายน 2563, จาก <http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/2559/KC5308021.pdf>
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ : สุริยวิทยาสาน.

- ประภัสสร สารธนะ. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และ เจตคติต่อวิชาเคมีเรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- พิมพ์ผกา วิเศษสา และสุดคณิง นฤพนธ์จิรกุล. (2563). การพัฒนาความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารเทคโนโลยีและสื่อสาร การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 4(11), 162-176.
- พีกริ ปิติง และคณะ. (2556). ผลของวิธีการอ่านซ้ำต่อทักษะการอ่านคล่องที่มีต่อนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6. วารสาร AL-NUR บัณฑิตวิทยาลัย, 8(15), 89-96.
- กรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ และคนอื่น ๆ. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อ พัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของ แบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้. 1(1), 97-124.
- กรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2556). การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนา แบบจำลองทางความคิดเรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติแบบจำลองของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์. (20 สิงหาคม 2561). วิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต. สืบค้นเมื่อ 18 เมษายน 2563, จาก [http://www.library.ksu.ac.th/?option=Info&type=9&id=130&รวิวรรณ เมืองรามัญ และศศิเทพ ปิติพรเทพิน](http://www.library.ksu.ac.th/?option=Info&type=9&id=130&รวิวรรณ%20เมืองรามัญ%20และศศิเทพ%20ปิติพรเทพิน).
- รวิวรรณ เมืองรามัญ และศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2556). การส่งเสริมความเข้าใจแนวคิด วิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกของเราของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองเป็นฐาน. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการ เรียนรู้. 4(1), 38-45.
- รัตนลักษณ์ พันจักร. (2557). การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านการคิด วิเคราะห์ โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปี ที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, ปทุมธานี.
- ละมัย โชคชัย. (2557). การพัฒนาแนวคิดเรื่องเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ลัทธวรรณ ศรีวิศา. (2559). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อมโนคติเรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

- ลียานา พันธพงศ์ธรรม และนิสากร จารุมณี. (2562). การใช้กลวิธีการอ่านภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการอ่านภาษาอังกฤษและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. วารสารศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 11(2). 44-67.
- วัฒนา อัคราหมณ์. (2540). การวิเคราะห์แนวโน้มที่ตลาดเคลื่อนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 360) เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- วีระยุทธ์ ชาดะกาญจน์. (2561). วิจัยเชิงปฏิบัติการ Action Research. วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี, 2(1), 29-49. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/srj/article/view/124408/94322>
- ศิริเพ็ญ ภู่มหิบุญ. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้เครื่องมือทางปัญญาร่วมกับกระบวนการออกแบบอินโฟกราฟิกส์เพื่อเสริมสร้างการรู้ทันและการสร้างสรรค์สำหรับนักศึกษาศิลปศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ด., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) (องค์การมหาชน). (2558). O-NET (Ordinary National Educational Test). สืบค้นเมื่อ 21 เมษายน 2563, จาก <https://www.niets.or.th/th/catalog/view/211>
- สาขาประเมินมาตรฐาน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2557). ข้อสอบแบบเลือกตอบ. คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 24 เมษายน 2563, จาก <http://sa.ipst.ac.th/?p=682>
- สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สพฐ. แนวทางจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills). สืบค้นเมื่อ 18 เมษายน 2563, จาก https://webs.rmutl.ac.th/assets/upload/files/2016/09/20160908101755_51855.pdf.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.). (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับศตวรรษที่ 21. เพชรบูรณ์: สำนักพิมพ์จุลติสการพิมพ์.
- อมรรัตน์ วิริจิตกุล และ เบญจพร สว่างศรี. (2564). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.สุพรรณภูมิ, 5, 63-75.

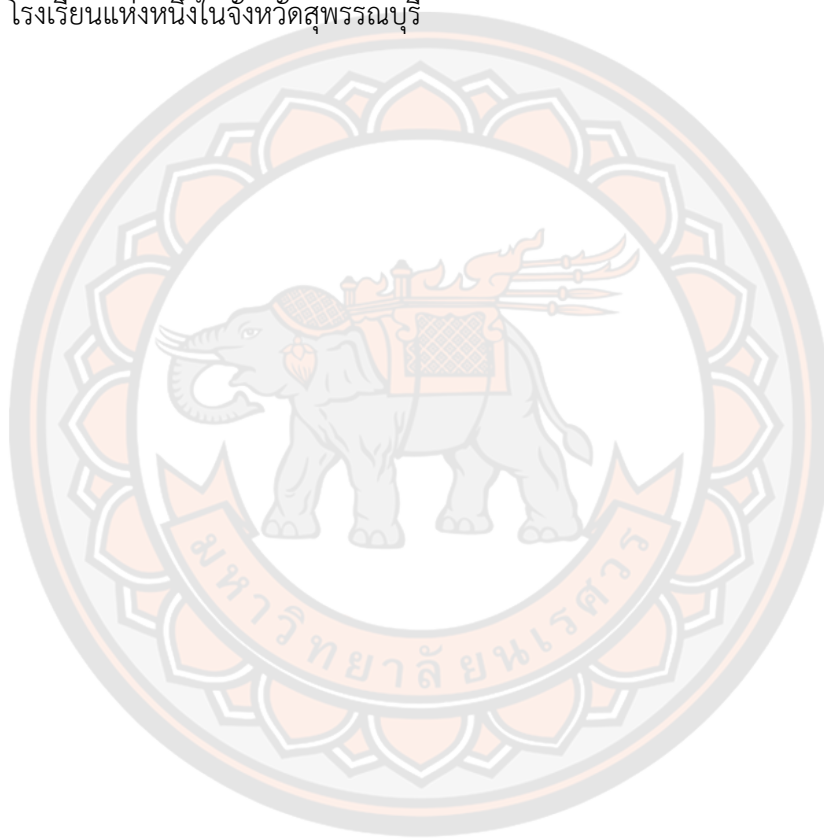
อารยา ควัฒน์กุล และคนอื่น ๆ. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์*. 26(2), 42-55





ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินเครื่องมือวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ นาคขุนทด
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย วิชัยดิษฐ์
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. นางสาวจิตติมา ตมหอม
ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาชีววิทยา
โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุพรรณบุรี



ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัย

ตาราง 22 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องการทำงานของระบบประสาท โสมาติกในมนุษย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

รายการ	ระดับความเหมาะสมของแผนฯ โดยผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.
	1	2	3		
1	4	5	5	4.67	0.47
2	4	5	5	4.67	0.47
3	4	5	5	4.67	0.47
4	3	5	5	4.33	0.94
5	3	4	5	4.00	0.82
6	3	5	5	4.33	0.94
7	3	4	4	3.67	0.47
8	3	4	5	4.00	0.82
9	4	5	5	4.67	0.47
10	4	4	5	4.33	0.47
11	4	4	5	4.33	0.47
12	4	4	5	4.33	0.47
13	4	4	4	4.00	0.00
14	4	4	5	4.33	0.47
15	4	4	5	4.33	0.47
16	4	4	5	4.33	0.47
17	4	5	5	4.67	0.47
18	4	4	5	4.33	0.47
ค่าเฉลี่ย				4.33	0.64

ตาราง 23 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ ในมนุษย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

รายการ	ระดับความเหมาะสมของแผนฯ โดยผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.
	1	2	3		
1	4	5	5	4.67	0.47
2	4	5	5	4.67	0.47
3	4	5	5	4.67	0.47
4	4	5	5	4.67	0.47
5	4	5	5	4.67	0.47
6	4	5	5	4.67	0.47
7	4	4	4	4.00	0.00
8	4	4	5	4.33	0.47
9	4	4	5	4.33	0.47
10	4	4	5	4.33	0.47
11	4	4	5	4.33	0.47
12	5	4	5	4.67	0.47
13	4	4	5	4.33	0.47
14	4	4	5	4.33	0.47
15	4	4	5	4.33	0.47
16	4	4	5	4.33	0.47
17	5	4	5	4.67	0.47
18	5	4	5	4.67	0.47
ค่าเฉลี่ย				4.48	0.50

ตาราง 24 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องอวัยวะรับความรู้สึกในมนุษย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

รายการ	ระดับความเหมาะสมของแผนฯ โดยผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.
	1	2	3		
1	3	5	5	4.33	0.94
2	3	5	5	4.33	0.94
3	3	5	5	4.33	0.94
4	3	5	5	4.33	0.94
5	3	5	5	4.33	0.94
6	3	5	5	4.33	0.94
7	3	4	4	3.67	0.47
8	4	4	5	4.33	0.47
9	4	4	5	4.33	0.47
10	4	5	5	4.67	0.47
11	4	4	5	4.33	0.47
12	4	4	5	4.33	0.47
13	3	4	4	3.67	0.47
14	3	4	5	4.00	0.82
15	3	4	5	4.00	0.82
16	3	4	5	4.00	0.82
17	3	5	5	4.33	0.94
18	3	4	5	4.00	0.82
ค่าเฉลี่ย				4.20	0.80

ตาราง 25 ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพเรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

รายการ	ระดับความเหมาะสมของแผนฯ โดยผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.
	1	2	3		
1	3	4	5	4.00	0.82
2	3	5	4	4.00	0.82
3	3	5	5	4.33	0.94
4	3	4	5	4.00	0.82
5	3	5	5	4.33	0.94
ค่าเฉลี่ย				4.13	0.88

ภาคผนวก ค ผลการประเมินความสอดคล้องของเครื่องมือ

ตาราง 26 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างของแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ระหว่างตัวบ่งชี้ของความฉลาดรู้เชิงภาพและข้อคำถาม

ตัวบ่งชี้	ข้อที่	คะแนนพิจารณาความสอดคล้อง ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	เกณฑ์
		1	2	3		
1	1.2	0	1	1	0.67	ผ่าน
1	2.2	1	1	1	1.00	ผ่าน
1	3.2	0	1	1	0.67	ผ่าน
2	1.4	0	1	1	0.67	ผ่าน
2	2.4	1	1	1	1.00	ผ่าน
2	3.4	0	1	1	0.67	ผ่าน
3	1.2	1	1	1	1.00	ผ่าน
3	2.2	1	1	1	1.00	ผ่าน
3	3.2	0	1	1	0.67	ผ่าน
4	1.3	0	1	1	0.67	ผ่าน
4	2.3	1	1	1	1.00	ผ่าน
4	3.3	0	1	1	0.67	ผ่าน
5	1.1	1	1	1	1.00	ผ่าน
5	2.1	1	1	1	1.00	ผ่าน
5	3.1	1	1	1	1.00	ผ่าน
6	1.1	0	1	1	0.67	ผ่าน
6	2.1	0	1	1	0.67	ผ่าน
6	3.1	0	1	1	0.67	ผ่าน
7	1.2	1	1	1	1.00	ผ่าน
7	2.2	1	1	1	1.00	ผ่าน
7	3.2	1	1	1	1.00	ผ่าน

ตาราง 27 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างใบกิจกรรม เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้และข้อคำถาม

ข้อที่	ใบ กิจกรรม ที่	ข้อที่	คะแนนพิจารณาความสอดคล้องของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	เกณฑ์
			1	2	3		
1	2	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
2	2	2	1	1	1	1.00	ผ่าน
3	2	2	1	1	1	1.00	ผ่าน
4	2	3	1	1	1	1.00	ผ่าน
5	2	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
6	2	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
7	2	2	1	1	1	1.00	ผ่าน
8	4	1	0	1	1	0.67	ผ่าน
9	4	2	1	1	1	1.00	ผ่าน
10	4	2	0	1	1	0.67	ผ่าน
11	4	3	0	1	1	0.67	ผ่าน
12	4	1	1	1	1	1.00	ผ่าน
13	4	1	0	1	1	0.67	ผ่าน
14	4	2	1	1	1	1.00	ผ่าน
15	6	1	0	1	1	0.67	ผ่าน
16	6	2	0	1	1	0.67	ผ่าน
17	6	2	0	1	1	0.67	ผ่าน
18	6	3	0	1	1	0.67	ผ่าน
19	6	1	0	1	1	0.67	ผ่าน
20	6	1	0	1	1	0.67	ผ่าน
21	6	2	0	1	1	0.67	ผ่าน

ภาคผนวก ง ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

รายวิชาชีววิทยา 5

เรื่อง การทำงานของระบบประสาทโซมาติกในมนุษย์

เวลา 4 คาบ (200

นาที)

1. สาระชีววิทยา

ข้อ 4 เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาสมดุลภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

2.1 อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ประสาท

2.2 อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ประสาทและกลไกการถ่ายทอดกระแสประสาท

2.3 อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก

2.4 สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ในสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง สมองส่วนหลังและไขสันหลัง

2.5 สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการทำงานของระบบประสาทโซมาติกและระบบ

ประสาทอัตโนมัติ

3. แนวความคิดหลัก

หน่วยของระบบประสาทเรียกว่า เซลล์ประสาท (neuron) มีการส่งสัญญาณประสาทโดยการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ประสาทและติดต่อสื่อสารระหว่างเซลล์โดยการไซแนปส์ (synapse) ซึ่งจะมีการใช้สารสื่อประสาทในการส่งสัญญาณข้ามช่องแคบเล็ก ๆ (synaptic cleft)

ระบบประสาทแบ่งออกได้ 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system) คือสมองและไขสันหลัง อีกส่วนหนึ่งเรียกว่าระบบประสาทรอบนอก ซึ่งส่วนนี้มีการ

ทำงาน 2 ระบบด้วยกันคือ ANS และ SNS ระบบ SNS เป็นระบบที่แสดงพฤติกรรมออกมาโดยอยู่ภายใต้จิตสำนึกหรือสามารถสั่งการได้

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้

- ระบุรายละเอียดภาพที่เป็นแบบจำลองระบบประสาทได้
- อธิบายภาพกระบวนการเกิดกระแสประสาทจนถึงการตอบสนองในมนุษย์ได้
- ประเมินถึงข้อดีข้อเสียในแบบจำลองภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทได้

- อธิบายองค์ประกอบย่อยของภาพระบบประสาทที่เป็นใจความสำคัญได้

4.2 ด้านทักษะกระบวนการ

- สืบค้นข้อมูลที่เป็นรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทได้
- เลือกใช้ภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทโสมาคิกของมนุษย์ได้อย่างเหมาะสม
- สร้างแบบจำลองที่สื่อถึงการตอบสนองของร่างกายที่เกิดจากการทำงานของระบบประสาทได้

4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

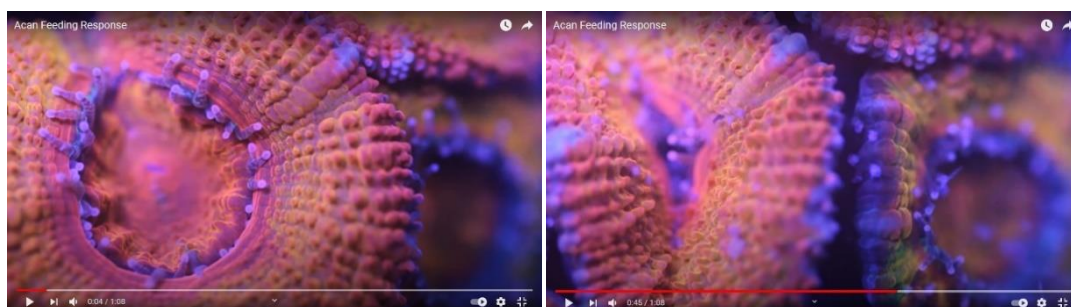
- ทำงานร่วมกับเพื่อนนักเรียนได้
- มีความรับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้อยู่ตลอดเวลา

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

5.1 สร้างแบบจำลองทางความคิด (30 นาที)

1) ครูให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอจาก Youtube เรื่อง Acan Feeding Response เป็นเรื่องเกี่ยวกับการตอบสนองของปะการังแอกเคนเมื่อให้อาหารไป ซึ่งรายละเอียดภายในคลิปวิดีโอจะเป็นการแสดงให้เห็นว่าในภาวะปกติปะการังแอกเคนจะอยู่นิ่งแต่เมื่อเมื่อมีอาหารเข้าไปใกล้จะมีการขยับของร่างกายเพื่อรับอาหารเข้าทางปาก ใช้ระยะเวลาประมาณ 1:08 นาที (ที่มาของวิดีโอ:

<https://www.youtube.com/watch?v=Yv7KBNiV4v0>)



ภาพ 18 ส่วนหนึ่งจากวิดีโอเรื่อง Acan Feeding Response

2) หลังจากครูให้นักเรียนดูวิดีโอแล้ว ครูถามคำถามนักเรียนเกี่ยวกับวิดีโอ ดังนี้

- นักเรียนเห็นสิ่งใดบ้างจากวิดีโอ

คำตอบ ช่วงแรกดอกไม้ทะเลจะอยู่นิ่ง ๆ แต่ช่วงหลังเมื่อมีอาหารเข้าไปใกล้ดอกไม้ทะเล ดอกไม้ทะเลจะเริ่มขยับร่างกายและนำอาหารเข้าทางบริเวณปากของมัน

- นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสิ่งที่กระตุ้นทำให้ดอกไม้ทะเลเกิดการขยับร่างกาย

คำตอบ อาหาร

- การที่ดอกไม้ทะเลมีการขยับร่างกายเมื่อมีสิ่งมากระตุ้นนี้เกิดจากการทำงานของระบบใด

คำตอบ ระบบประสาท

- เพราะฉะนั้นนักเรียนคิดว่าระบบประสาทคืออะไร ทำไมเราต้องมีระบบประสาท

คำตอบ ระบบประสาทเป็นส่วนหนึ่งของร่างกายมีการรับข้อมูลจากสิ่งเร้าส่งข้อมูลผ่านเซลล์ประสาทจนเกิดการตอบสนองออกมาเป็นพฤติกรรมเพื่อความอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ

- นักเรียนทราบหรือไม่พฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตนั้นเกิดจากการประมวลผลของระบบประสาทที่มีการทำงานอย่างไรบ้าง

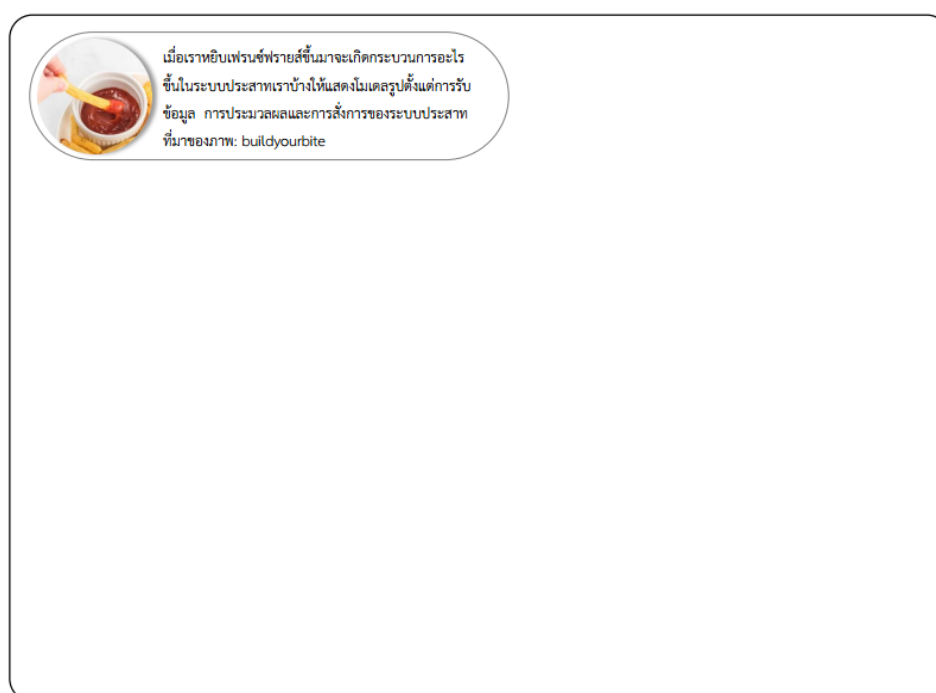
คำตอบ กระบวนการประมวลผลของระบบประสาทในสิ่งมีชีวิตนั้นต้องเริ่มต้นจากการรับข้อมูลจากอวัยวะรับสัมผัส และส่งต่อไปยังหน่วยประมวลผลที่อยู่ในระบบประสาทส่วนกลาง และเมื่อประมวลผลเสร็จเรียบร้อยแล้วจะสั่งการส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเพื่อให้เกิดการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่อวัยวะรับสัมผัสได้รับ

3) ครูให้นักเรียนลองเอานิ้วมือไปจับที่ปลายจมูกและหลังจากนั้นให้นักเรียนลองเอามือไปจับอาหารหรือสิ่งของที่อยู่บนโต๊ะแล้วร่วมอภิปรายกับนักเรียนเกี่ยวกับ ความซับซ้อนของระบบประสาทของมนุษย์และดอกไม้ทะเล แรงที่จับจมูกและจับสิ่งของหรืออาหารมีความแตกต่างกันอย่างไร ตำแหน่งนิ้ว ลำดับการวางนิ้วแตกต่างกันอย่างไร ระยะเวลาการการวางนิ้วบนจมูกและการอาหารหรือสิ่งของเพื่อให้จับได้พอดีเป็นอย่างไร

4) ครูถามนักเรียนว่าเมื่อเรายื่นมือไปจับอาหารมีการทำงานของระบบประสาทอย่างไรบ้าง และถ้าระบบประสาทของนักเรียนผิดปกติจะส่งผลต่อการยื่นมือไปจับอาหารหรือไม่อย่างไร

5) หลังจากนั้น ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 4-5 คน หลังจากนั้น ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 ความรู้เดิมที่เรามี ระบบประสาทเป็นอย่างไร โดยให้นักเรียนวาดแบบจำลองใน

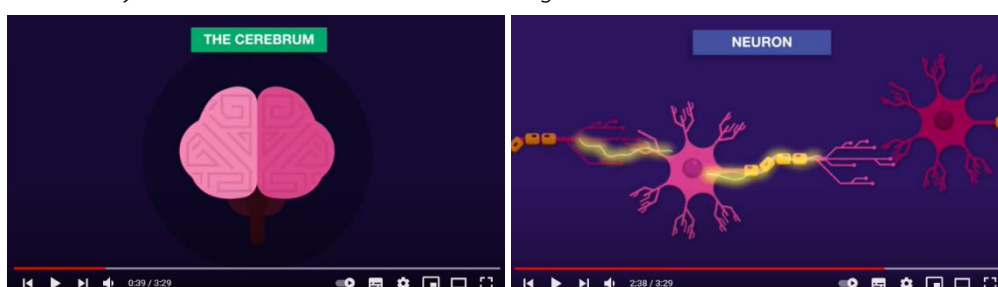
สถานการณ์การทำงานของระบบประสาทในมนุษย์ขณะกำลังหยิบเฟรนช์ฟรายส์ โดยกำหนดให้แสดงการเกิดกระแสประสาทตั้งแต่ขั้นการรับสัมผัส การประมวลผลและการส่งออกจนมาเป็นพฤติกรรม ตามความรู้เดิมที่นักเรียนมี โดยในกลุ่มให้นักเรียนแต่ละคนวาดแบบจำลองขึ้นมาคนละ 1 แบบจำลอง



ภาพ 19 ใบกิจกรรมที่ 1

5.2 ประเมินและทบทวนแนวความคิดของนักเรียน (40 นาที)

1) ครูให้นักเรียนดูวิดีโอเรื่อง “Nervous System - Get to know our nervous system a bit closer, how does it works? | Neurology” มีความยาว 3:29 นาที จาก Youtube วิดีโอนี้เกี่ยวกับองค์ประกอบของระบบประสาท อธิบายเกี่ยวกับระบบประสาทส่วนกลาง ระบบประสาทรอบนอก เซลล์ประสาทและการติดต่อสื่อสารระหว่างเซลล์ (ที่มาของวิดีโอ: <https://www.youtube.com/watch?v=6O-0CVAgEM&list=WL&index=69>)



ภาพ 20 ส่วนหนึ่งจากวิดีโอ Nervous System - Get to know our nervous system a bit closer, how does it works? | Neurology

2) ในระหว่างดูวิดีโอ ครูให้นักเรียนสรุปใจความสำคัญที่ได้จากวิดีโอลงสมุด

3) เมื่อดูวิดีโอจบครูถามนักเรียนถึงสิ่งที่ได้จากวิดีโอ หลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ได้จากวิดีโอเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ประเด็นเกี่ยวกับการกระบวนการเกิดกระแสประสาท ลำดับการเกิดกระแสประสาท เซลล์ประสาทและการติดต่อสื่อสารระหว่างเซลล์ประสาท

4) หลังจากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำภาพแบบจำลองที่สร้างในใบกิจกรรมที่ 1 มาประเมิณกับสมาชิกภายในกลุ่ม แก้วไขร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้แบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับกลุ่มตนเอง

2) ครูเลือกกลุ่มของนักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน 3-4 กลุ่ม โดยเลือกกลุ่มที่มีข้อสรุปของแบบจำลองที่แตกต่างกัน

3) หลังจากนั้นครูร่วมกันอภิปรายกับนักเรียนเกี่ยวกับข้อดีข้อเสีย ของแบบจำลอง 5.3 สร้างแบบจำลอง (55 นาที)

1) ครูให้นักเรียนนั่งรวมกันเป็นกลุ่มเช่นเดิม หลังจากนั้นทำกิจกรรมที่ 2 เรื่องแบบจำลองระบบประสาทของมนุษย์ กำหนดให้นักเรียนสร้างภาพแบบจำลองการทำงานของระบบประสาทในมนุษย์ขณะกำลังหยิบเฟรนช์ฟรายส์ ประกอบด้วย 2 ตอนคือ ตอนที่ 1 ให้นักเรียนเขียนหรือวาดรูปส่วนที่จำเป็นต้องใช้ในการสร้างแบบจำลองและตอนที่ 2 ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองโดยครูอธิบายและสาธิตองค์ประกอบของการวาดภาพทางวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

- ครูบอกให้นักเรียนรู้จักองค์ประกอบการวาดภาพทางวิทยาศาสตร์ (Dempsey, 2009) ดังนี้

เส้น (line) = จุดที่เคลื่อนที่ต่อเนื่องผ่านพื้นที่ว่าง สามารถอยู่ในแนวนอน แนวตั้ง แนวทแยง หักหรือคลื่น ความยาวถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญของเส้นที่เราลากไป

พื้นที่ว่าง (space) = พื้นที่ที่มีวัตถุอยู่ อาจจะเล็กหรือใหญ่ สองมิติหรือสามมิติ พื้นที่อยู่รอบด้าน ด้านบน ด้านล่างหรือภายใน

รูปร่าง (shape) = รูปร่างสองมิติแบบปิด กำหนดโดยเส้นและขอบมุม รูปทรงที่สมมาตรหรือไม่สมมาตร ความยาว ความกว้างของวัตถุจริงหรือในจินตนาการ

รูปแบบ (form) = รูปทรงสองมิติที่ทำให้กลายเป็นสามมิติ ทำรูปแบบพื้นฐานในธรรมชาติ: ทรงกลม ลูกบาศก์ กรวย พีระมิดและทรงกระบอก เกี่ยวข้องกับความยาว ความกว้างและความลึก

- ครูให้นักเรียนฝึกวาดเส้นที่จำเป็นต้องใช้ในการวาดภาพ เช่น เส้นแนวนอน แนวตั้ง ทแยง เป็นต้น หลังจากนั้นลองให้นักเรียนนำเส้นต่าง ๆ ลงมาประกอบเป็นรูปทรงต่าง ๆ ตามที่นักเรียนต้องการ สุดท้ายให้นักเรียนดูภาพสมอง (ภาพ 21) พร้อมให้สังเกตว่าภาพที่นักเรียนเห็นนั้น มีเส้นอะไรเป็นองค์ประกอบบ้าง มีรูปทรงอย่างไร มีลักษณะอย่างไร และให้นักเรียนร่างภาพคร่าว ๆ ลงสมุด



ภาพ 21 ภาพสมองเพื่อให้นักเรียนฝึกวาดภาพ

ที่มา: pixabay (Robinsonb)

- ครูให้นักเรียนสร้างแบบจำลองในใบกิจกรรมที่ 2 มีรายละเอียด ดังนี้

- วาดเซลล์ประสาทในการส่งข้อมูลเข้าระบบประสาทส่วนกลางพร้อมระบุชนิดเซลล์ประสาท
- แสดงการส่งกระแสประสาทในระบบประสาทส่วนกลางในตำแหน่งต่าง ๆ ด้วยลูกศร
- แสดงการไซแนปส์ระหว่างเซลล์ประสาทในการส่งข้อมูลออกพร้อมระบุสารสื่อประสาทที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร สามารถแสดงรายละเอียดเพิ่มเติมโดยการใช้
- แสดงการเกิดกระแสประสาทในตัวเซลล์ประสาท

2) ภายในกลุ่มให้นักเรียนสืบค้นหาข้อมูลจากหนังสือเรียนชีววิทยาเล่ม 5 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) หรือเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องที่เป็นแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ พร้อมทั้งแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มเพื่อสร้างแบบจำลอง

6) ครูให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแบบจำลอง โดยอธิบายถึงรายละเอียดและใจความสำคัญของแบบจำลองให้ผู้อื่นเข้าใจได้

5.4 ประเมินแบบจำลอง (45 นาที)

1) หลังจากนักเรียนได้ฟังเพื่อนกลุ่มอื่นนำเสนอ ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินและอภิปรายแบบจำลองการทำงานของระบบประสาทเมื่อหิบบเฟรนซ์ฟรายส์ โดยอภิปรายในหัวข้อดังนี้

- แบบจำลองของนักเรียนมีความสมบูรณ์มากน้อยเพียงใด มีข้อดีข้อเสียอย่างไร
- เซลล์ประสาทที่ใช้ถูกต้องหรือไม่
- ระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอกมีความครบถ้วนเพียงใด

2) ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพิ่มเติม เพื่อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเลือกใช้ภาพที่เหมาะสม และแนะนำเว็บไซต์ <https://www.getbodysmart.com/nervous-system> ซึ่งเป็นเว็บไซต์ที่แสดง simulation เกี่ยวกับการทำงานของระบบต่าง ๆ เพื่อมาสนับสนุนแบบจำลองของกลุ่มและตรวจสอบข้อบกพร่องของกลุ่มตนเอง

3) นักเรียนร่วมกันประเมินและแก้ไขแบบจำลองการทำงานของระบบประสาทในการหิบบเฟรนซ์ฟรายส์ภายในกลุ่มเพื่อให้ได้แบบจำลองที่สมบูรณ์แบบมากที่สุด

5.5 ขยายแบบจำลอง (30 นาที)

1) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายโดยให้นักเรียนนำแบบจำลองที่นักเรียนได้สร้างขึ้นมาใช้อธิบายสถานการณ์ ดังนี้ อธิบายถึงสาเหตุความผิดปกติของระบบประสาทที่ทำให้การทำงานของมือไม่สามารถหิบบเฟรนซ์ฟรายส์ได้โดยที่ มีการทำหิบบเฟรนซ์ฟรายส์ก่อนที่จะถึงเฟรนซ์ฟรายส์จริง

2) ครูร่วมกันอภิปรายกับนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ได้ให้นักเรียนไปเพื่อให้ได้ประเด็นดังนี้

- แบบจำลองของนักเรียนที่สร้างขึ้นอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ให้มาได้อย่างไร
- ความผิดปกติที่เกิดขึ้นเกิดจากโครงสร้างใดของระบบประสาทที่ทำงานผิดปกติและมีสาเหตุมาจากสิ่งใด
- แบบจำลองของกลุ่มนักเรียนอธิบายสถานการณ์ได้แตกต่างหรือเหมือนกับเพื่อนอย่างไร

6. สื่อการเรียนการสอน

6.1 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความรู้เดิมที่เรามี ระบบประสาทเป็นอย่างไร

6.2 ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แบบจำลองระบบประสาทของมนุษย์

6.3 หนังสือเรียนชีววิทยาเล่ม 5 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

6.4 วิดีโอเรื่อง Acan Feeding Response

6.5 วิดีโอเรื่อง Nervous System - Get to know our nervous system a bit closer, how does it works? | Neurology

6.6 งานวิจัยเรื่อง Biological Drawing A Scientific Tool for Learning

(https://www.researchgate.net/publication/232676936_Biological_Drawing_A_Scientific_Tool_for_Learning)

6.6 เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับ simulation ของระบบประสาท

<https://www.getbodysmart.com/nervous-system>

7. การวัดประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่วัดผล	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
<u>ด้านความรู้</u> - ระบุรายละเอียดของภาพจากแบบจำลองระบบประสาทได้ - อธิบายภาพการระบวนการเกิดกระแสประสาทจนถึงการตอบสนองในมนุษย์ได้ - ประเมินถึงข้อดีข้อเสียในภาพและเลือกใช้ภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทได้ - อธิบายองค์ประกอบย่อยของภาพระบบประสาทที่เป็นใจความสำคัญได้	- แบบจำลองระบบประสาท	- แบบประเมินการรู้เชิงภาพ	- ผ่านเกณฑ์ระดับปานกลางขึ้นไป

สิ่งที่วัดผล	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
<u>ด้านทักษะ (P)</u> - เลือกใช้ภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทโซมาติกของมนุษย์ได้อย่างเหมาะสม - สร้างแบบจำลองที่สื่อถึงการตอบสนองของร่างกายที่เกิดจากการทำงานของระบบประสาทได้	- แบบจำลองระบบประสาท	- แบบประเมินการรู้เชิงภาพ	- ผ่านเกณฑ์ระดับปานกลางขึ้นไป
- สืบค้นข้อมูลที่เป็นรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทได้	- สังเกตพฤติกรรมการสืบค้นข้อมูล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการสืบค้นข้อมูล	- ผ่านเกณฑ์ในระดับปานกลางขึ้นไป
<u>ด้านคุณลักษณะ (A)</u> - ทำงานร่วมกับเพื่อนนักเรียนได้	- สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำงานกลุ่ม	- แบบประเมินการทำงานกลุ่ม	- ผ่านเกณฑ์ในระดับปานกลางขึ้นไป
- มีความรับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้อยู่ตลอดเวลา	- สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	- แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียน	- ผ่านเกณฑ์ในระดับปานกลางขึ้นไป

ภาคผนวก จ ตัวอย่างใบกิจกรรม

ชื่อ.....	เลขที่.....	ชั้น.....
ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความรู้เดิมที่เรา มี ระบบประสาทเป็นอย่างไร		
คำชี้แจง ให้นักเรียนวาดรูปแบบจำลองของกระบวนการเกิดกระแสประสาทของมนุษย์เมื่อมนุษย์หยิบเพื่อนซ์ฟรายส์		
 เมื่อเราหยิบเพื่อนซ์ฟรายส์ขึ้นมาจะเกิดกระบวนการอะไรขึ้นในระบบประสาทเราบ้างให้แสดงโน้ตสรุปตั้งแต่การรับข้อมูล การประมวลผลและการส่งการของระบบประสาท ที่มาของภาพ: buildyourbite		

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แบบจำลองระบบประสาทของมนุษย์

สมาชิกภายในกลุ่ม

- 1)เลขที่.....
- 2)เลขที่.....
- 3)เลขที่.....
- 4)เลขที่.....
- 5)เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายการทำงานของระบบประสาทในขณะที่ยับเฟรนซ์ฟรายส์

องค์ประกอบของการวาดภาพทางวิทยาศาสตร์

- เส้น (line) = จุดที่เคลื่อนที่ต่อเนื่องผ่านพื้นที่ว่าง สามารถอยู่ในแนวนอน แนวตั้ง แนวทแยง หยักหรือคลื่น ความยาวถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญของเส้นที่เราลากไป
- พื้นที่ว่าง (space) = พื้นที่ที่มีวัตถุอยู่ อาจจะมีเล็กหรือใหญ่ สองมิติหรือสามมิติ พื้นที่อยู่รอบด้าน ด้านบน ด้านล่างหรือภายใน
- รูปร่าง (shape) = รูปร่างสองมิติแบบปิด กำหนดโดยเส้นและขอบมุม รูปร่างที่สมมาตรหรือไม่สมมาตร ความยาว ความกว้างของวัตถุจริงหรือในจินตนาการ
- รูปแบบ (form) = รูปร่างสองมิติที่ทำให้กลายเป็นสามมิติ ทำรูปแบบพื้นฐานในธรรมชาติ: ทรงกลม ลูกบาศก์ กรวย พีระมิดและทรงกระบอก เกี่ยวข้องกับความยาว ความกว้างและความลึก

รายละเอียดกิจกรรม

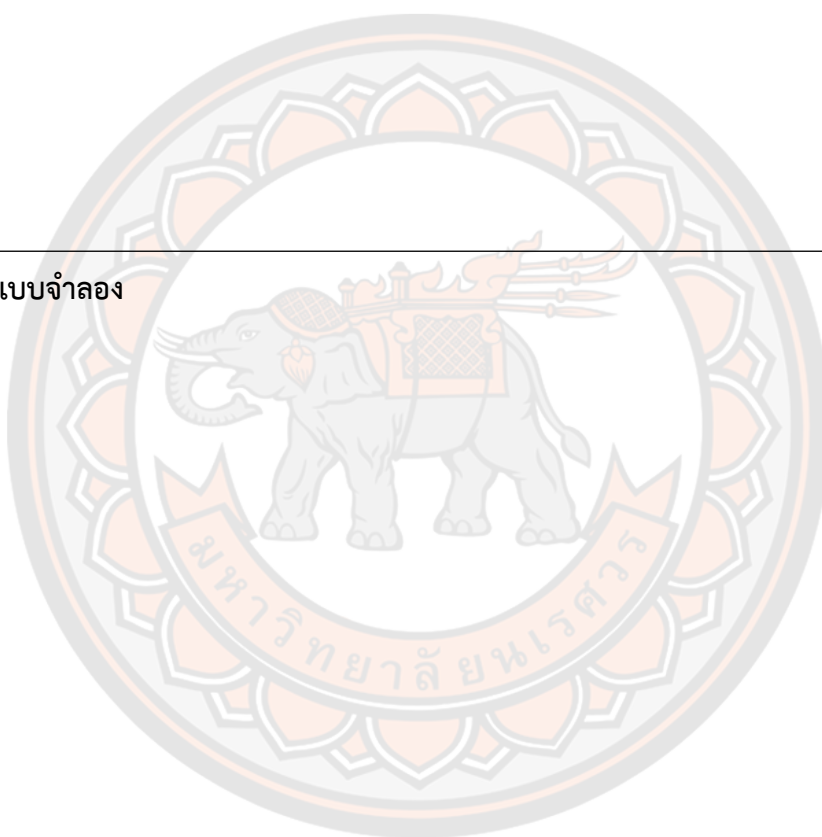
1. สร้างแบบจำลอง

- วาดเซลล์ประสาทในการส่งข้อมูลเข้าระบบประสาทส่วนกลางพร้อมระบุชนิดเซลล์ประสาท
- แสดงการส่งกระแสประสาทในระบบประสาทส่วนกลางในตำแหน่งต่าง ๆ ด้วยลูกศร
- แสดงการไขว่กันระหว่างเซลล์ประสาทในการส่งข้อมูลออกพร้อมระบุสารสื่อประสาทที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร สามารถแสดงรายละเอียดเพิ่มเติมโดยใช้

- แสดงการเกิดกระแสนประสาทในแต่ละตัวเซลล์ประสาท
- 2. นำเสนอแบบจำลองพร้อมระบุอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูล
- 3. ประเมินข้อดีข้อเสียแบบจำลองและแก้ไขแบบจำลอง

สิ่งที่ควรรู้ก่อนสร้างแบบจำลอง

สร้างแบบจำลอง



ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการรู้เชิงภาพ ขอให้ท่านพิจารณาความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้เชิงภาพกับแบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง” ดังนี้

- +1 หมายถึง มีความเห็นด้วยว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้เชิงภาพ
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้เชิงภาพ
- 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้เชิงภาพ

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความเห็นของท่านมากที่สุด

รายการประเมิน		ข้อที่	คะแนน			ข้อเสนอแนะ
			การพิจารณา			
			ความสอดคล้อง			
ตัวบ่งชี้			+1	0	-1	
1. ระบุภาพ	ระบุภาพการทำงานของ	1.2				
หมายถึงการระบุ	ระบบประสาทในการนำ					
รายละเอียดของภาพ	แอมเบอร์เกอร์ออกจาก					
ที่เกี่ยวข้องกับระบบ	ปาก					
ประสาทหรือสามารถ	ระบุภาพการทำงานของ	2.2				
บอกได้ว่าภาพที่	ระบบประสาทเมื่อเกิด					
เกี่ยวข้องกับระบบ	เหตุการณ์ไฟไหม้					
ประสาทหมายถึงสิ่ง						
ใด	ระบุภาพการทำงานของ	3.2				
	ระบบประสาทเกี่ยวกับ					
	การรับรสชาติเมื่อเป็นไข้					
2. ค้นหาภาพหรือสื่อ	ค้นหาภาพที่เกี่ยวข้องกับ	1.4				
ภาพ หมายถึงการ	การทำงานของระบบ					
ได้มาซึ่งภาพด้วยการ	ประสาทในการนำ					
ตัดสินภาพ เลือก	แอมเบอร์เกอร์ออกจาก					
ภาพที่เหมาะสมที่	ปาก					
เกี่ยวข้องกับระบบ	ค้นหาภาพที่เกี่ยวข้องกับ	2.4				
ประสาท	การทำงานของระบบ					
	ประสาทเมื่อเกิด					
	เหตุการณ์ไฟไหม้					
	ค้นหาภาพที่เกี่ยวข้องกับ	3.4				
	การทำงานของระบบ					
	ประสาทในการรับรสชาติ					
	เมื่อเป็นไข้					

รายการประเมิน			คะแนน			ข้อเสนอแนะ
			การพิจารณา ความสอดคล้อง			
ตัวบ่งชี้	ข้อที่	+1	0	-1		
3. เข้าใจภาพหรือสื่อ ภาพ หมายถึง อธิบายภาพที่ เกี่ยวข้องกับระบบ ประสาท	อธิบายภาพการทำงาน ของระบบประสาทใน การนำแอมเบอร์เกอร์ ออกจากปาก	1.2				
	อธิบายภาพการทำงาน ของระบบประสาทเมื่อ เกิดเหตุการณ์ไฟไหม้	2.2				
	อธิบายภาพการทำงาน ของระบบประสาท เกี่ยวกับการรับรู้รสชาติ เมื่อเป็นไข้	3.2				
4. ประเมินภาพ หมายถึง ประเมินถึง ข้อดีข้อเสียของภาพ และตัดสินภาพที่ เกี่ยวข้องกับระบบ ประสาท	ประเมินข้อดีข้อเสียของ แบบจำลองและให้ คะแนนแบบจำลองที่ เกี่ยวข้องกับการทำงาน ของระบบประสาทใน การนำแอมเบอร์เกอร์ ออกจากปาก	1.3				
	ประเมินข้อดีข้อเสียของ แบบจำลองและให้ คะแนนแบบจำลองที่ เกี่ยวข้องกับการทำงาน ของระบบประสาทเมื่อ เกิดเหตุการณ์ไฟไหม้	2.3				

รายการประเมิน	คะแนน	ข้อเสนอแนะ	การพิจารณา		
			ความสอดคล้อง		
			ตัวบ่งชี้	ข้อที่	+1 0 -1
	ประเมินข้อดีข้อเสียของแบบจำลองและให้คะแนนแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทในการรับรสชาติเมื่อเป็นไข้	3.3			
5. ใช้ภาพหรือสื่อภาพอย่างมีประสิทธิภาพ หมายถึงใช้ภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทได้ตรงตามจุดประสงค์	นำภาพมาใช้ได้อย่างเหมาะสมเพื่อสร้างแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทในการนำแอมเบอร์เกอร์ออกจากปาก	1.1			
	นำภาพมาใช้ได้อย่างเหมาะสมเพื่อสร้างแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทเมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟไหม้	2.1			
	นำภาพมาใช้ได้อย่างเหมาะสมเพื่อสร้างแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทในการรับรสชาติเมื่อเป็นไข้	3.1			

รายการประเมิน		คะแนน	การพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
			ความสอดคล้อง			
	ตัวบ่งชี้	ข้อที่	+1	0	-1	
6. สร้างสรรค์ภาพ หมายถึง สร้างภาพ ที่เกี่ยวข้องกับระบบ ประสาท	สร้างแบบจำลองที่	1.1				
	เกี่ยวข้องกับการทำงาน ของระบบประสาทใน การนำแอมเบอร์เกอร์ ออกจากปาก					
	สร้างแบบจำลองที่	2.1				
	เกี่ยวข้องกับการทำงาน ของระบบประสาทเมื่อ เกิดเหตุการณ์ไฟไหม้					
7. แยกแยะสิ่งสำคัญ จากภาพ หมายถึง อธิบายถึงใจความ สำคัญและสื่อสาร ภาพเกี่ยวกับระบบ ประสาทให้ผู้อื่น เข้าใจ	สร้างแบบจำลองที่	3.2				
	เกี่ยวข้องกับการทำงาน ของระบบประสาทใน การรับรู้รสชาติเมื่อเป็นไข้					
	สรุปใจความสำคัญจาก	1.2				
	แบบจำลองการทำงาน ของระบบประสาทใน การนำแอมเบอร์เกอร์ ออกจากปากและสื่อสาร สื่อสารออกมาอย่าง เข้าใจง่าย					
	สรุปใจความสำคัญจาก	2.2				
	แบบจำลองการทำงาน ของระบบประสาทเมื่อ เกิดเหตุการณ์ไฟไหม้และ สื่อสารสื่อสารออกมา อย่างเข้าใจง่าย					

รายการประเมิน	คะแนน	ข้อเสนอแนะ		
		การพิจารณา ความสอดคล้อง		
ตัวบ่งชี้	ข้อที่	+1	0	-1
สรุปลักษณะสำคัญจาก แบบจำลองการทำงาน ของระบบประสาทใน การรับรู้ชาติเมื่อเป็นไข้ และสื่อสารสื่อสาร ออกมาอย่างเข้าใจง่าย	3.2			

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องของใบกิจกรรม

แบบประเมินความสอดคล้องของใบกิจกรรมความฉลาดรู้เชิงภาพ
ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในรายวิชาชีววิทยา 5
เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความสอดคล้องของใบกิจกรรมความฉลาดรู้เชิงภาพโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการรู้เชิงภาพ ขอให้ท่านพิจารณาความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เกี่ยวกับความฉลาดรู้เชิงภาพกับข้อความใบกิจกรรมความฉลาดรู้เชิงภาพ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง” ดังนี้

- +1 หมายถึง มีความเห็นด้วยว่าข้อความมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับจุดประสงค์เกี่ยวกับความฉลาดรู้เชิงภาพ
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อความมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับจุดประสงค์เกี่ยวกับความฉลาดรู้เชิงภาพ
- 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยว่าข้อความมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับจุดประสงค์เกี่ยวกับความฉลาดรู้เชิงภาพ

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความเห็นของท่านมากที่สุด

รายการประเมิน				คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง		
จุดประสงค์	ตัวบ่งชี้	ใบกิจกรรมที่	ข้อคำถาม	+1	0	-1
1. ระบุรายละเอียดภาพที่เป็นแบบจำลองระบบประสาทได้	ระบุภาพการทำงาน ของระบบประสาทใน หีบเฟรนช์ฟรายส์	2	ข้อ 1			
2. สืบค้นข้อมูลที่เป็นรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทได้	ค้นหาภาพที่เกี่ยวข้อง กับการทำงานของ ระบบประสาทในการ หีบเฟรนช์ฟรายส์	2	ข้อ 2			
3. อธิบายภาพกระบวนการเกิดกระแสประสาทจนถึงการตอบสนองในมนุษย์ได้	อธิบายภาพการทำงาน ของระบบประสาทใน การหีบเฟรนช์ฟรายส์	2	ข้อ 2			
4. ประเมินถึงข้อดีข้อเสียในแบบจำลองภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทได้	ประเมินข้อดีข้อเสีย ของแบบจำลองที่ เกี่ยวข้องกับการ ทำงานของระบบ ประสาทในการหีบเฟ รนช์ฟรายส์	2	ข้อ 3			
5. เลือกใช้ภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทโสมติกของมนุษย์ได้อย่างเหมาะสม	นำภาพมาใช้ในการ สร้างแบบจำลองที่ เกี่ยวข้องกับการ ทำงานของระบบ ประสาทในการหีบเฟ	2	ข้อ 1			

รายการประเมิน				คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง		
จุดประสงค์	ตัวบ่งชี้	ใบกิจกรรมที่	ข้อคำถาม	+1	0	-1
รณชัยพรายส์						
6. สร้างแบบจำลองที่สื่อถึงการตอบสนองของร่างกายที่เกิดจากการทำงานของระบบประสาทได้	สร้างแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทในการหยิบเฟรนช์ฟรายส์	2	ข้อ 1			
7. อธิบายองค์ประกอบย่อยของภาพระบบประสาทที่เป็นใจความสำคัญได้	สรุปใจความสำคัญจากแบบจำลองการทำงานของระบบประสาทในการหยิบเฟรนช์ฟรายส์	2	ข้อ 2			
8. ระบุรายละเอียดภาพที่เป็นแบบจำลองระบบประสาทได้	ระบุภาพการทำงาน of ระบบประสาทเมื่อหนีรถยนต์ที่กำลังพุ่งเข้าหา	4	ข้อ 1			
9. สืบค้นข้อมูลที่เป็นรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทได้	ค้นหาภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทเมื่อหนีรถยนต์ที่กำลังพุ่งเข้าหา	4	ข้อ 2			
10. อธิบายภาพกระบวนการเกิดกระแสประสาทจนถึงการตอบสนองในมนุษย์ได้	อธิบายภาพการทำงาน of ระบบประสาทเมื่อหนีรถยนต์ที่กำลังพุ่งเข้าหา	4	ข้อ 2			

รายการประเมิน				คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง		
จุดประสงค์	ตัวบ่งชี้	ใบกิจกรรมที่	ข้อคำถาม	+1	0	-1
11. ประเมินถึงข้อดีข้อเสียในแบบจำลองภาพที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทได้	ประเมินข้อดีข้อเสียของแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทเมื่อหนีรณยนต์ที่กำลังพุ่งเข้าหา	4	ข้อ 3			
12. เลือกใช้ภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทอัตโนมัติของมนุษย์ได้อย่างเหมาะสม	นำภาพมาใช้ในการสร้างแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทเมื่อหนีรณยนต์ที่กำลังพุ่งเข้าหา	4	ข้อ 1			
13. สร้างแบบจำลองที่สื่อถึงการตอบสนองของร่างกายที่เกิดจากการทำงานของระบบประสาทได้	สร้างแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทเมื่อหนีรณยนต์ที่กำลังพุ่งเข้าหา	4	ข้อ 1			
14. อธิบายองค์ประกอบย่อยของภาพระบบประสาทที่เป็นใจความสำคัญได้	สรุปใจความสำคัญจากแบบจำลองการทำงานของระบบประสาทเมื่อหนีรณยนต์ที่กำลังพุ่งเข้าหา	4	ข้อ 2			
15. ระบุรายละเอียดภาพที่เป็น	ระบุภาพการทำงานของระบบประสาทใน	6	ข้อ 1			

รายการประเมิน				คะแนนการพิจารณาความ สอดคล้อง		
จุดประสงค์	ตัวบ่งชี้	ใบ กิจกรรมที่	ข้อ คำถาม	+1	0	-1
แบบจำลองอวัยวะ รับรู้ความรู้สึกได้	สถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง กับอวัยวะรับรู้ความรู้สึก					
16. สืบค้นข้อมูลที่เป็นรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะรับรู้ความรู้สึกได้	ค้นหาภาพที่เกี่ยวข้อง กับการทำงานของ ระบบประสาทใน สถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง กับอวัยวะรับรู้ความรู้สึก	6	ข้อ 2			
17. อธิบายภาพกระบวนการรับรู้ความรู้สึกจากอวัยวะรับรู้ความรู้สึก และสามารถบอกอาการเมื่ออวัยวะรับรู้ความรู้สึกเสียหายได้	อธิบายภาพการทำงานของระบบประสาทในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะรับรู้ความรู้สึก	6	ข้อ 2			
18. ประเมินถึงข้อดีข้อเสียในแบบจำลองภาพที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะรับรู้ความรู้สึกได้	ประเมินข้อดีข้อเสียของแบบจำลองที่ เกี่ยวข้องกับการ ทำงานของระบบ ประสาทในสถานการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะ รับรู้ความรู้สึก	6	ข้อ 3			
19. เลือกใช้ภาพที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะรับรู้ความรู้สึกของ	นำภาพมาใช้ในการ สร้างแบบจำลองที่ เกี่ยวข้องกับการ	6	ข้อ 1			

รายการประเมิน				คะแนนการพิจารณาความ สอดคล้อง		
จุดประสงค์	ตัวบ่งชี้	ใบ กิจกรรมที่	ข้อ คำถาม	+1	0	-1
มนุษย์ได้	ทำงานของระบบ ประสาทในสถานการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะ รับความรู้สึก					
20. สร้างแบบจำลอง ที่สื่อถึงการรับ ความรู้สึกจากอวัยวะ รับความรู้สึกได้	สร้างแบบจำลองที่ เกี่ยวข้องกับการ ทำงานของระบบ ประสาทในสถานการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะ รับความรู้สึก	6	ข้อ 1			
21. อธิบาย องค์ประกอบย่อย ของภาพอวัยวะรับ ความรู้สึกที่เป็น ใจความสำคัญได้	สรุปใจความสำคัญจาก แบบจำลองการทำงาน ของระบบประสาทใน สถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง กับอวัยวะรับความรู้สึก	6	ข้อ 2			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนา
ความฉลาดรู้เชิงภาพ ในรายวิชาชีววิทยา 5 เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับรู้
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การทำงานของระบบประสาทโซมาติกในมนุษย์

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง
เป็นฐานเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพ ขอให้ท่านพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการ
เรียนรู้แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ข้อละ 1 ระดับ

- 5 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความเห็นของท่านมากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้					
1. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วนสัมพันธ์กัน					
2. จุดประสงค์การเรียนรู้เหมาะสมกับผลการเรียนรู้					
3. จุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
4. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
การจัดการเรียนรู้					
5. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 สร้างแบบจำลองทางความคิด สามารถสำรวจความรู้เดิมของนักเรียนผ่านภาพวาดได้อย่างเหมาะสม					
6. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 ประเมินและทบทวนความคิดของนักเรียน สามารถเพิ่มเติมความรู้เดิมของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท					
7. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 สร้างแบบจำลองมี เหมาะสมในการระบุรายละเอียด อธิบาย สืบค้นข้อมูล เลือกใช้ภาพ ระบุถึงใจความสำคัญและสร้างแบบจำลองภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท					
8. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 4 ประเมินแบบจำลอง มีความเหมาะสมในการอธิบาย ประเมินข้อดีข้อเสีย สืบค้นข้อมูลแบบจำลองภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท					
9. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 5 ขยายแบบจำลอง มีความเหมาะสมในการอธิบาย ระบุใจความสำคัญของแบบจำลองภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทในสถานการณ์ใหม่					
10. การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีการเรียงลำดับขั้นตอนได้อย่างเหมาะสม					
11. การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็น					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ฐานมีความเหมาะสมของเวลาที่ใช้					
12. การออกแบบการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบประสาทและอวัยวะรับรู้					
13. การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความเหมาะสมต่อการพัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพ					
การวัดและประเมินผล					
14. เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมตามจุดประสงค์การเรียนรู้					
15. ความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินความฉลาดรู้เชิงภาพ					
16. เครื่องมือวัดประเมินผลสามารถวัดได้จริง					
สื่อการเรียนรู้					
17. สื่อการเรียนรู้ที่ใช้มีความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน					
18. สื่อการเรียนรู้สามารถส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ภาคผนวก ณ ตัวอย่างแบบประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แบบประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพ
เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้
แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้เชิงภาพ ขอให้ท่านพิจารณาความเหมาะสมของแบบ
สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ข้อละ 1 ระดับ

- 5 หมายถึง แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความเห็นของท่านมากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. คำชี้แจงอธิบายชัดเจนและเข้าใจง่าย					
2. หัวข้อในการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ครอบคลุมการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน					
3. ประเด็นในการสะท้อนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ ความฉลาดรู้เชิงภาพ					
4. แบบสะท้อนเหมาะสมในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้					
5. รูปแบบของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มีความ เหมาะสมในการสะท้อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้เชิงภาพ					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ภาคผนวก ญ แบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับรู้สัมผัส

แบบวัดความฉลาดรู้เชิงภาพ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับรู้สัมผัส

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

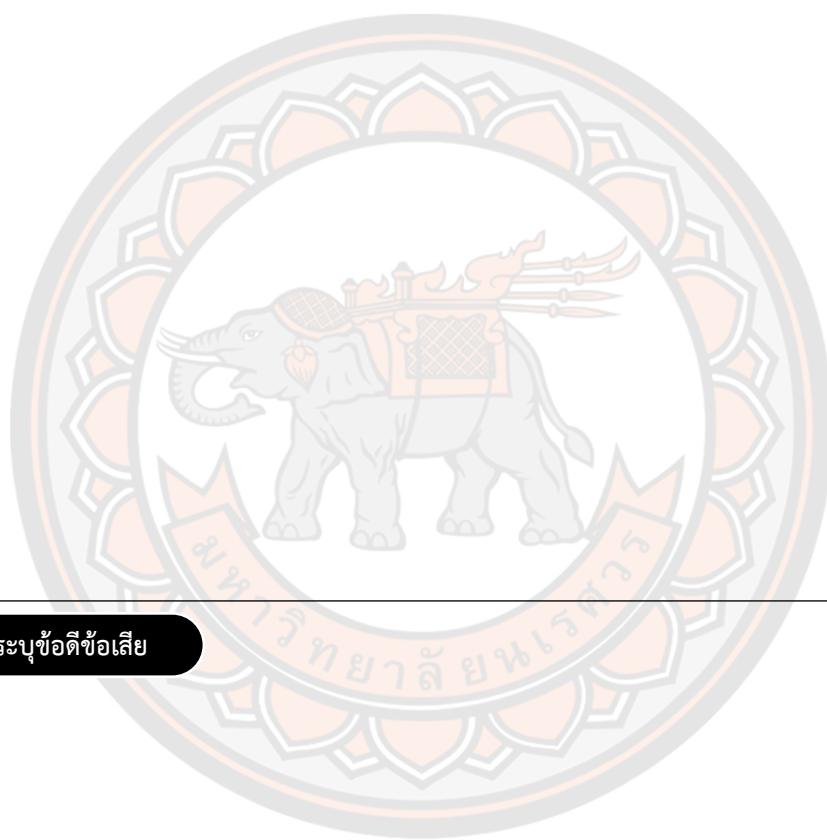
ข้อที่ 1 การทำงานของระบบประสาทโซมาติกในมนุษย์

คำชี้แจง

- 1.1 ให้นักเรียนวาดภาพแบบจำลองแสดงการทำงานของระบบประสาทในสถานการณ์นำแฮมเบอร์เกอร์ออกจากปาก โดยให้มีองค์ประกอบดังนี้ การนำกระแสประสาทเข้า การประมวลผลในระบบประสาทส่วนกลาง และการนำกระแสประสาทออกเพื่อตอบสนอง
- 1.2 ให้นักเรียนระบุองค์ประกอบของภาพที่สร้างขึ้นพร้อมอธิบายรายละเอียด
- 1.3 ให้นักเรียนระบุถึงข้อดีข้อเสียของภาพที่นักเรียนสร้างขึ้นและให้คะแนนภาพที่นักเรียนสร้างขึ้นโดยมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน
- 1.4 ให้นักเรียนระบุแหล่งข้อมูลที่ใช้ค้นหาภาพเพื่อเลือกภาพมาใช้มาเป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบภาพ

วาดภาพแบบจำลอง

อธิบายภาพ



ระบุข้อดีข้อเสีย

ระบุแหล่งข้อมูล

ข้อที่ 2 การทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติในมนุษย์

คำชี้แจง

2.1 ให้นักเรียนวาดภาพแบบจำลองแสดงการทำงานของระบบประสาทและการตอบสนองของร่างกายของระบบประสาทอัตโนมัติเมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟไหม้

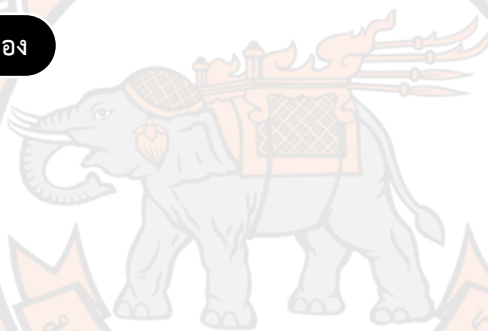
โดยให้มีองค์ประกอบดังนี้ การนำกระแสประสาทเข้า การประมวลผลในระบบประสาทส่วนกลาง และการนำกระแสประสาทออกเพื่อตอบสนอง

2.2 ให้นักเรียนระบุองค์ประกอบของภาพที่สร้างขึ้นพร้อมอธิบายรายละเอียด

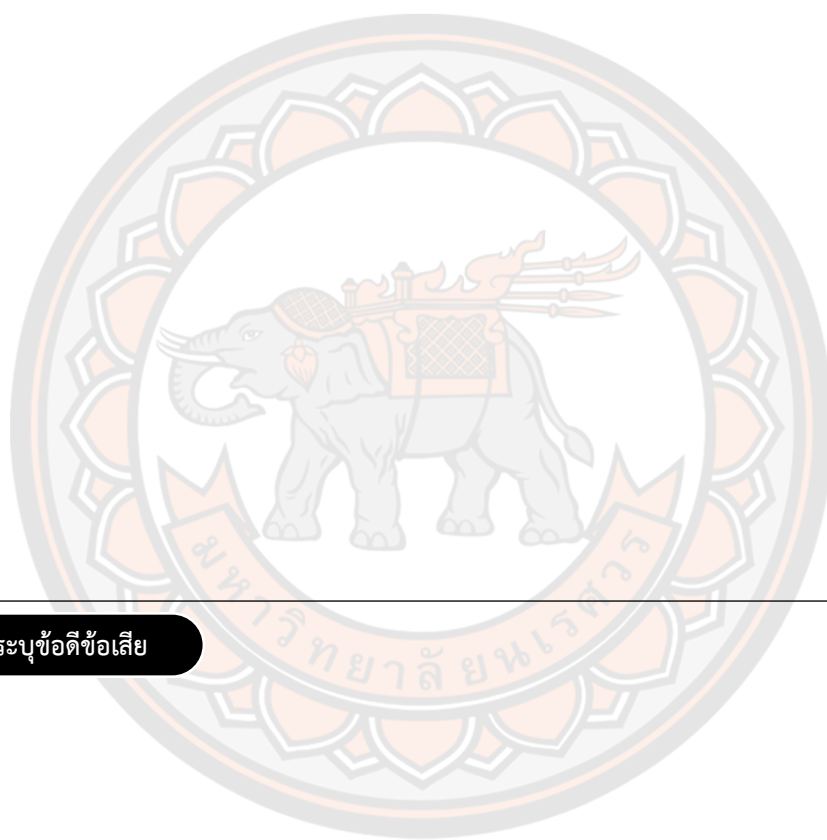
2.3 ให้นักเรียนระบุถึงข้อดีข้อเสียของภาพที่นักเรียนสร้างขึ้นและให้คะแนนภาพที่นักเรียนสร้างขึ้นโดยมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน

2.4 ให้นักเรียนระบุแหล่งข้อมูลที่ใช้ค้นหาภาพเพื่อเลือกภาพมาใช้มาเป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบภาพ

วาดภาพแบบจำลอง



อธิบายภาพ



ระบุข้อดีข้อเสีย

ระบุแหล่งข้อมูล

ข้อ 3 อวัยวะรับความรู้สึกในมนุษย์

คำชี้แจง

3.1 ให้นักเรียนวาดภาพแบบจำลองแสดงการทำงานของระบบประสาทในการรับรสชาติเมื่อเป็นไข้ (มีน้ำมูกบริเวณจมูก)

โดยให้มียอดประกอบดังนี้ การรับสัมผัสจากอวัยวะรับสัมผัส และการประมวลผลของระบบประสาท ส่วนกลางจนออกมาเป็นการรับรู้

3.2 ให้นักเรียนระบุองค์ประกอบของภาพที่สร้างขึ้นพร้อมอธิบายรายละเอียด

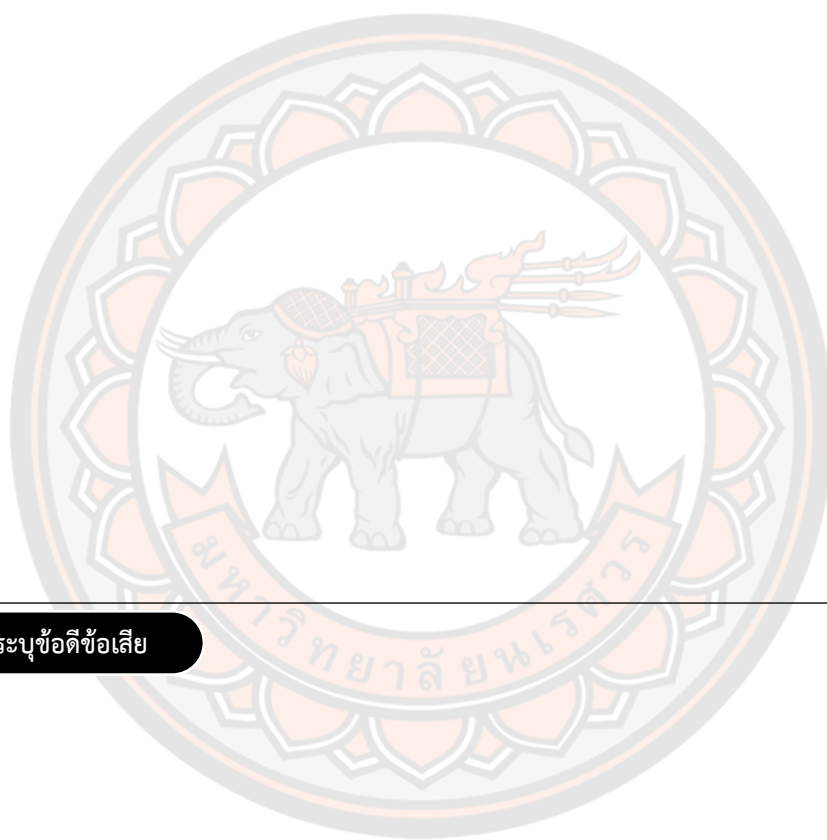
3.3 ให้นักเรียนระบุถึงข้อดีข้อเสียของภาพที่นักเรียนสร้างขึ้นและให้คะแนนภาพที่นักเรียนสร้างขึ้นโดยมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน

3.4 ให้นักเรียนระบุแหล่งข้อมูลที่ใช้ค้นหาภาพเพื่อเลือกภาพมาใช้มาเป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบภาพ

วาดภาพแบบจำลอง



อธิบายภาพ



ระบุข้อดีข้อเสีย

ระบุแหล่งข้อมูล