

การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาท โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
กรกฎาคม 2560

การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาท โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

กรกฎาคม 2560

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาท โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



บทคัดย่อ
ของ
นันทวัน โชติวนาวรณ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
กรกฎาคม 2560

นันทวัน โชติวนาวรรณ. (2560). การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาท โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (ชีววิทยา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาปรินญาณิพนธ์: รองศาสตราจารย์ อัจฉริยา รังษิรุจิ, Ph.D., ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, ประ.ด.

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท รวมถึงตรวจสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างกล่าว โดยวัตถุประสงค์ในงานวิจัยมีดังนี้ (1) ค้นหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท และ (2) พัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สำหรับกลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 35 คน ของโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้ (2) แบบทดสอบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก พร้อมให้เหตุผลประกอบการเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ (3) แบบสอบถามความพึงพอใจ และ (4) แบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท คือ ครูควรให้นักเรียนจดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการดูสื่อวีดิทัศน์ ครูควรฉายสื่อวีดิทัศน์อย่างน้อย 2-3 รอบร่วมกับการใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน ครูควรให้นักเรียนบันทึกคำศัพท์เฉพาะที่ได้ดูจากสื่อวีดิทัศน์ แล้วอภิปรายความหมายของคำศัพท์เฉพาะร่วมกันในกลุ่ม และครูสามารถนำสื่อวีดิทัศน์มาใช้ได้ในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียในเรื่องระบบประสาททั้ง 3 หัวข้อ ยังช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องเพิ่มขึ้น โดยหัวข้อที่นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์มากที่สุด คือ การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต (ร้อยละ 77.14%) รองลงมา คือ เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท (ร้อยละ 57.14%) และโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท (ร้อยละ 25.71%)

DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC CONCEPTIONS ON THE NERVOUS SYSTEM
USING AN INQUIRY LEARNING APPROACH WITH MULTIMEDIA
FOR SENIOR SECONDARY SCHOOL STUDENTS



Presented in Partial Fulfillment of the Requirement for the
Master of Education Degree in Biology
July 2017

Nantawan Chotivanawan. (2017). *Development of Scientific Conceptions on the Nervous System using an Inquiry Learning Approach with Multimedia for Senior Secondary School Students*. Master's thesis, M.Ed (Biology). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Achariya Rangsiruji, Ph.D., Asst. Prof. Somkiat Phornphisutthimas, Ph.D.

This study involved a classroom action research on the development of an inquiry learning approach using multimedia on the topic of the nervous system, with the scientific conceptions of students. The objectives were (1) to investigate the approach to the inquiry learning management approach to the topic of the nervous system with multimedia and (2) to develop the scientific conceptions of students on this topic. The study group included thirty five students in the eleventh grade from a large secondary school in Bangkok. The research instruments employed were (1) a learning plan; (2) a two-tier multiple choice question test consisting of thirty questions; each with four choices and required reasons for the selected answers; (3) a satisfaction questionnaire and (4) an interview form. The results revealed that requirements of the inquiry learning approach were as follows: the students should record their scientific concepts after watching the multimedia presentation; the teacher should use the multimedia at least two to three times and uses the questions that stimulate students to think; the students should record specific words from the multimedia and then discuss their meanings in groups; and the teacher can use multimedia in every step of the inquiry learning approach. In addition, this study revealed that the scientific conceptions of the students improved after acquiring the concepts through the inquiry learning with multimedia on three topics regarding the nervous system. The topic that the students gained the most precise conception of was the perception and response of organisms (77.14%), followed by nerve cells and the function of nerve cells (57.14%), and the structure and function of the nervous system (25.71%).

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาท โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ของ

นันทวัน โชติวนาวรรณ

ได้รับการอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2560

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษาหลัก

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.อัจฉริยา รั้งศิริจิ)

(อาจารย์ ดร.รักษนก โคโต)

.....ที่ปรึกษาร่วม

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ) (รองศาสตราจารย์ ดร.อัจฉริยา รั้งศิริจิ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องด้วยความกรุณาการให้คำปรึกษาและแนะแนวทางในการทำวิจัยจาก รองศาสตราจารย์ ดร.อัจฉริยา รั้งษิรุจิ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทั้งสองท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร.ปรีชาญ เดชศรี ที่ให้คำแนะนำต่าง ๆ เกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและการเขียนโครงร่างปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุมพต พุ่มศรีภานนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นลินา ประไพรัชสิทธิ์ อาจารย์ ดร.มนตรี มณีภาค อาจารย์ ดร.ฐาปนา ชลธนานารถ และคุณครูธัญญา ศรีหมากสุข ที่ได้ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนให้คำแนะนำและแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยจนสามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ได้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และอาจารย์ ดร.รักษนก โคโต ที่ให้ความกรุณาเป็นกรรมการสอบปากเปล่า พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่มีคุณค่าทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่กรุณาให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการสถานศึกษาแห่งหนึ่งในสังกัดสพม.เขต 1 กรุงเทพมหานคร ที่มีความกรุณาอนุญาตให้ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ และขอกราบขอบพระคุณ คุณครูกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือตลอดช่วงระยะเวลาการทำวิจัยเป็นอย่างดี รวมถึงขอขอบคุณนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือให้มีคุณภาพก่อนนำไปใช้จริง และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นกลุ่มที่ศึกษาเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยนี้

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่ได้สนับสนุนผู้วิจัยในทุก ๆ ด้าน และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้อกำลังใจเสมอ

คุณค่าและประโยชน์ได้จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขออุทิศแด่พระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

นันทวัน โชติวนาวรรณ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
สมมติฐานงานวิจัย.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
หลักสูตรการเรียนรู้ในหัวข้อระบบประสาท.....	8
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	12
สื่อมัลติมีเดีย.....	23
แนวคิดวิทยาศาสตร์.....	26
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	32
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	38
การกำหนดกลุ่มที่ศึกษา.....	38
แบบแผนในการวิจัย.....	39
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	40
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	44
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	45
จริยธรรมของการวิจัย.....	47
4 ผลและอภิปรายผลการวิจัย.....	48
ผลการวิจัย.....	48
อภิปรายผลการวิจัย.....	69
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	77
สรุปผลการวิจัย.....	77
ข้อเสนอแนะ.....	78

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม.....	80
ภาคผนวก.....	87
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	196



บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 4 กลุ่ม.....	28
2 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 5 กลุ่ม.....	28
3 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 6 กลุ่ม.....	30
4 วิเคราะห์ข้อสอบ.....	50
5 จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นและใช้จริง.....	52
6 การปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	60
7 จำนวนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย จำแนกตามประเภทแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาท.....	66
8 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย หัวข้อ การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต.....	93
9 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย หัวข้อ เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท.....	94
10 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย หัวข้อ โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท.....	95
11 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย หัวข้อ การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต.....	96
12 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย หัวข้อ เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท.....	98
13 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย หัวข้อ โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท.....	100
14 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก – ง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบรายข้อ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต.....	102

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
15 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก – ง่าย (p) และ ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบรายข้อ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดแนวคิด วิทยาศาสตร์ในหัวข้อ เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท.....	108
16 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก – ง่าย (p) และ ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบรายข้อ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดแนวคิด วิทยาศาสตร์ในหัวข้อ โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท.....	116
17 ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท.....	124
18 ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสัมภาษณ์ลักษณะกึ่งโครงสร้าง เชิงวิชาการและเชิงความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย.....	126
19 แนวคิดวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษารายบุคคล ในหัวข้อ การรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิต.....	129
20 แนวคิดวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษารายบุคคล ในหัวข้อ เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท.....	130
21 แนวคิดวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษารายบุคคล ในหัวข้อ โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท.....	131
22 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท.....	132
23 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์หัวข้อ การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต.....	166
24 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์หัวข้อ เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท....	168
25 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์หัวข้อ โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท.....	173

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ขั้นตอนการดำเนินงาน ในลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน.....	39
2 นักเรียนจดบันทึกจากสื่อวีดิทัศน์ เรื่อง การรับรู้และตอบสนองของพารามีเซียม...	62
3 นักเรียนจดบันทึกจากสื่อวีดิทัศน์ เรื่อง การรับรู้และตอบสนองของไฮดรา.....	63
4 นักเรียนจดบันทึกจากสื่อวีดิทัศน์ เรื่อง โครงสร้างของเซลล์ประสาท.....	63
5 นักเรียนจดบันทึกจากสื่อวีดิทัศน์ เรื่อง การถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่าง เซลล์ประสาท.....	64
6 เปรียบเทียบจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย จำแนกตามประเภทแนวคิด วิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบประสาท.....	66
7 ระดับของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายบุคคล ก่อนและหลัง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย ในหัวข้อการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิต.....	68
8 ระดับของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายบุคคล ก่อนและหลัง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย ในหัวข้อเซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท.....	68
9 ระดับของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายบุคคล ก่อนและหลัง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย ในหัวข้อโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท.....	69

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในโลกยุคปัจจุบัน วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาวิธีคิดเชิงตรรกะ การค้นคว้าหาความรู้ และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ทั้งยังเป็นรากฐานของการคิดวิเคราะห์ในศาสตร์แขนงต่าง ๆ กระทรวงศึกษาธิการจึงได้มีการกำหนดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ให้วิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้ในการวางรากฐาน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทางความคิดอย่างมีเหตุผล (กระทรวงศึกษาธิการ. 2552) นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 42 ระบุให้ครูผู้สอนจัดเนื้อหาและกิจกรรมให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ ประสบการณ์ และกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2542) รวมถึงการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้สร้างแนวคิดหรือองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) นั้น จะทำให้การเรียนรู้มีการพัฒนาหรือเปลี่ยนแนวคิดที่มีอยู่แล้วของนักเรียนให้เป็นแนวคิดที่ถูกต้อง นอกจากนี้ก่อนการจัดการเรียนการสอน ครูผู้สอนควรสำรวจแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เพื่อพัฒนาแนวคิดที่ถูกต้องของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Hazel; & Prosser. 1994; Treagust. 1991)

วิชาชีววิทยาเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ซึ่งถือได้ว่ามีความซับซ้อน มีความเป็นนามธรรม และมีเนื้อหาสาระค่อนข้างยาก ดังนั้นนักเรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎีขั้นพื้นฐานที่ถูกต้อง รวมถึงมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง เพื่อที่จะสามารถประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

จากการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-NET) ปีการศึกษา 2559 เพื่อทดสอบความรู้ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย 34.99 และในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ย 31.62 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งจะเห็นได้ว่าทั้งสองระดับชั้นมีคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำกว่า 50 เปอร์เซนต์ (สถาบันการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2559: ออนไลน์) นอกจากนี้การประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) ปี 2015 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ที่ 421 ซึ่งถือว่ามีความเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD (493 คะแนน) มากกว่าหนึ่งระดับ และมีแนวโน้มคะแนนวิทยาศาสตร์โดยรวมลดลงจาก PISA 2012 ถึง PISA 2015 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2559: ออนไลน์) จากผลการทดสอบ

เหล่านี้เป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนไทยต้องได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และจะเห็นว่า นักเรียนไทยยังคงมีความรู้และความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพื้นฐานเท่านั้น จาก การศึกษาข้อมูลการศึกษาของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ในรายวิชา ชีววิทยาพบว่า นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง เนื่องจากการที่ นักเรียนได้รับความรู้จากหลายแหล่งข้อมูลและรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบรรยาย ซึ่งสิ่ง เหล่านี้ส่งผลให้นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลที่จำเป็นอย่างยิ่งในการที่จะ ปรับปรุงเพื่อยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนมีแนวคิด วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (กระทรวงศึกษาธิการ. 2552)

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยพบว่า เนื้อหาสาระหลายเรื่องในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความซับซ้อนและเป็นนามธรรม ซึ่งหนึ่งในนั้นคือเรื่อง ระบบประสาท โดยนักเรียนส่วนมากยังมี แนวคิดคลาดเคลื่อนในหัวข้อการเกิดกระแสประสาทและการถ่ายทอดกระแสประสาทของเซลล์ ประสาท (อรรธมา คำนุเอนก. 2554ก) โดยเฉพาะนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย พบว่ามีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเนื้อหาดังกล่าว (ประภัสสร บุญวิกุลสวัสดิ์. 2553) ดังนั้นการจัดการ เรียนรู้จึงควรได้รับการปรับปรุงให้มีการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจ และพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ ถูกต้องของนักเรียนให้มากขึ้น

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ที่นำมาใช้ได้ผลใน วิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ มี เจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ และมีความเข้าใจกระบวนการหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2546) การจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้เป็นผลดีในการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอน ซึ่งจำเป็นต้องฝึกฝนทักษะ ทางด้านวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับทุกคน นอกจากนี้ยังช่วยให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้มาก ยิ่งขึ้น และส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (มลิสา สดสุขาติ. 2550) สอดคล้องกับงานวิจัยของ จิตติมา ตมหอม (2553) ซึ่งศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ต่อการพัฒนาแนวคิดและเจตคติเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 และ ประภัสสร บุญวิกุลสวัสดิ์ (2553) ศึกษาการพัฒนาแนวคิดเรื่องการรับรู้และ การตอบสนองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธี สืบเสาะหาความรู้ ซึ่งงานวิจัยเหล่านี้ล้วนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ช่วยพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มี เนื้อหาที่ยากต่อการเข้าใจและเป็นนามธรรม พบว่า การใช้รูปภาพทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวใน การอธิบายถึงความสัมพันธ์ การทำงาน และปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้ผู้เรียน เกิดความรู้และความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น (Gilbert. 2005) สอดคล้องกับงานวิจัย ของ พิศาล วชิราชัย (2549) ซึ่งนำสื่อแอนิเมชันมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนเกิดความ เข้าใจในเนื้อหา ส่งผลให้มีการพัฒนาผลการเรียนที่ดีขึ้น ในปัจจุบันสื่อมัลติมีเดียเข้ามามีบทบาทใน

การเรียนการสอนและเป็นปัจจัยที่ช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเนื้อหาที่มีความซับซ้อนและเป็นนามธรรม (วชิราภรณ์ ผลเรือง. 2551) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่กล่าวว่า สื่อมัลติมีเดียมีการใช้ทั้งภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวที่เสมือนของจริง ซึ่งแสดงออกถึงข้อมูลที่ต้องการสื่อออกมาให้ผู้อื่นรับรู้ จึงช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและพัฒนาเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์มากขึ้น (ผจญ รุ่งอรุณเลิศ. 2551)

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียมาปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนเรื่องระบบประสาท เพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแนวทางที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพได้ดียิ่งขึ้น และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุข

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อค้นหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท จากการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้
2. เพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท

ความสำคัญของการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ทำให้ได้รับรู้ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียต่อแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในเรื่อง ระบบประสาท ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งสำหรับครูผู้สอนที่สนใจปรับปรุงการสอนของตนในเรื่องระบบประสาท เนื่องจากเรื่องระบบประสาทเป็นเรื่องที่ซับซ้อน ค่อนข้างยากต่อการเข้าใจของนักเรียน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการพัฒนาให้นักเรียนได้รับแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่พบในชีวิตประจำวันได้อย่างมีเหตุมีผลโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงช่วยให้ผู้เรียนสามารถต่อยอดความรู้ไปสู่การเรียนรู้ในระดับสูงขึ้นอีกด้วย

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในสังกัดสพม. เขต 1 กรุงเทพมหานคร ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มที่ศึกษามาจากการชักตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวน 35 คน ซึ่งผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลผลการเรียนของนักเรียนที่ผ่านมาและจากการ

สอบถามครูพี่เลี้ยง โดยห้องเรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เร่งรัดคณิตศาสตร์ เสริมคอมพิวเตอร์ มีความเหมาะสมในการเลือกมาทำการวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากนักเรียนมีระดับผลการเรียนที่แตกต่างกัน ซึ่งมีทั้งนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนที่ดี ปานกลาง และน้อย

สิ่งที่ศึกษา

1. แนวทางที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท
2. แนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ระบบประสาท

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

1. การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต
2. เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท
3. โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดระยะเวลาการวิจัยไว้ทั้งสิ้น 2 ปี (สิงหาคม 2558 – สิงหาคม 2560) และได้กำหนดระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาไว้ทั้งสิ้น 1 ภาคการศึกษา ซึ่งเป็นภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ระยะเวลาทั้งหมด 5 สัปดาห์ รวมทั้งหมด 14 คาบเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน โดยผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยมีการใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบ ครูผู้สอนทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย ให้คำปรึกษา ชี้แนะ ตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน สำหรับการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ จะนำสื่อมัลติมีเดียเข้ามาช่วยในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา และพัฒนาเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง โดยกระบวนการในการเรียนรู้สามารถสรุปเป็นขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน อาจเกิดขึ้นจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวผู้เรียนเองเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถามและกำหนดประเด็นที่จะศึกษา นอกจากนี้ครูอาจมีการใช้สื่อมัลติมีเดียต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจค้นคว้า ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ จากนั้นลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ โดยวิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภายในชั้นเรียน หรือการศึกษาหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้อธิบาย วิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งการค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้อย่างสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration) เป็นขั้นที่นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์อื่น ๆ โดยครูอาจมีการนำเสนอสื่อมัลติมีเดียต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความเดิมกับความรู้ใหม่

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (evaluation) เป็นขั้นประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้ะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

2. สื่อมัลติมีเดีย หมายถึง การใช้สื่อหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตัวอักษร ข้อความ ภาพถ่าย ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ ภาพแอนิเมชัน และเสียง โดยอาจใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ในการนำเสนอและควบคุมการนำเสนอ การนำสื่อมัลติมีเดียมาใช้ในการจัดการเรียนรู้อาจช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนและพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้น

3. แนวคิดวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความคิด ความเข้าใจที่เกิดจากการสรุปลักษณะสำคัญของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกนำมาใช้ในการอธิบายกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้ความรู้หรือคำตอบที่น่าเชื่อถือมากที่สุด ซึ่งแนวคิดวิทยาศาสตร์อาจเกิดมาจากการนำเสนอแนวคิดหลาย ๆ แนวคิดมาเชื่อมโยงกันอย่างมีเหตุผล ซึ่งช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนและมีความรู้ระดับสูงชัดเจนยิ่งขึ้น

สมมติฐานการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท มีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท มีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้น



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรการเรียนรู้ในหัวข้อระบบประสาท
 - 1.1 สารการเรียนรู้
 - 1.2 มาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.3 สารสำคัญของเนื้อหา
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.1 ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้
 - 2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.3 ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้
 - 2.4 รูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. สื่อมัลติมีเดีย
 - 3.1 ความหมายของสื่อมัลติมีเดีย
 - 3.2 โครงสร้างและองค์ประกอบของสื่อมัลติมีเดีย
 - 3.3 บทบาทของสื่อมัลติมีเดียในการศึกษา
4. แนวคิดวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์
 - 4.2 การจัดกลุ่มแนวคิดวิทยาศาสตร์
 - 4.3 การวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรการเรียนรู้ในหัวข้อระบบประสาท

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ถือเป็นสิ่งที่บ่งบอกขอบเขตของหลักสูตรในกลุ่มสาระต่าง ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 8 กลุ่มสาระวิชา ซึ่งแต่ละกลุ่มสาระวิชาได้มีการกำหนดตัวชี้วัดมาตรฐานการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ โดยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดหัวข้อเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องระบบประสาทไว้ดังนี้

1.1 สาระการเรียนรู้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานได้มีการกำหนดสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 8 สาระ คือ

- (1) สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต
- (2) ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
- (3) สารและสมบัติของสาร
- (4) แรงและการเคลื่อนที่
- (5) พลังงาน
- (6) กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก
- (7) ดาราศาสตร์และอวกาศ
- (8) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เนื้อหาในเรื่องระบบประสาทถูกจัดอยู่ในสาระที่ 1 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต) ซึ่งมีสาระสำคัญคือ สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

1.2 มาตรฐานการเรียนรู้

จากสาระการเรียนรู้ที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต พบว่ามีมาตรฐานภายในสาระสำคัญอยู่ทั้งหมด 2 มาตรฐาน นั่นคือ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ดังนั้นจากที่กล่าวมาข้างต้น หัวข้อเรื่องระบบประสาทจึงจัดอยู่ในมาตรฐาน ว 1.1 ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

งานวิจัยในครั้งนี้จะศึกษาเรื่องระบบประสาท ซึ่งเป็นเนื้อหาที่อยู่ในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 2 จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ได้กล่าวถึงคำอธิบายรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 2 ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องระบบประสาท (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2554) ดังนี้

การศึกษาการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ของสัตว์ และมนุษย์ เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท สมอและไขสันหลังที่เป็นศูนย์ควบคุมระบบประสาท การทำงานของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติ โครงสร้างและการทำงานของอวัยวะรับรู้ความรู้สึกที่เกี่ยวกับนัยน์ตากับการมองเห็น หูกับการได้ยิน จมูกกับการดมกลิ่น ลิ้นกับการรับรส และผิวหนังกับการรับรู้ความรู้สึก

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

(1) อธิบายและเปรียบเทียบวิธีการรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์บางชนิด

(2) อธิบายและจำแนกส่วนประกอบและหน้าที่ของเซลล์ประสาท พร้อมทั้งสรุปการทำงานของเซลล์ประสาท

(3) อธิบายโครงสร้างของสมองและไขสันหลัง

(4) อธิบายและเปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติ

1.3 สารสำคัญ มีดังต่อไปนี้

1.3.1 การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต

1.3.1.1 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น พารามีเซียม ยังไม่มีเซลล์ประสาท แต่พบว่าพารามีเซียมสามารถเคลื่อนที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า เช่น แสง โดยการพัดโบกของซิเลีย ซึ่งควบคุมการทำงานโดยเส้นใยที่เชื่อมระหว่างโคนซิเลียที่เรียกว่า เส้นใยประสานงาน (co-ordinating fiber)

1.3.1.2 สัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง มีการพัฒนาเป็นระบบประสาทอย่างง่าย เช่น ไฮดรามีร่างแหประสาท (nerve net) พลานาเรียเริ่มมีปมประสาท (nerve ganglion) และเส้นประสาทที่เชื่อมกันเป็นวงแหวนประสาท (nerve ring) ส่วนในพวกไส้เดือน กุ้ง หอย และแมลงมีการรวมกันของเซลล์ประสาท ทำให้มีปมประสาทขนาดใหญ่ขึ้น ทำหน้าที่เป็นสมองอยู่ที่ส่วนหัว นอกจากนี้ยังมีปมประสาทตามปล้องของลำตัว และมีเส้นประสาทเชื่อมปมประสาทระหว่างปล้อง และแตกแขนงจากปมประสาท

1.3.1.3 สัตว์มีกระดูกสันหลังและมนุษย์ มีการพัฒนาระบบประสาทมากขึ้น เริ่มตั้งแต่ระยะเอ็มบริโอ มีลักษณะเป็นท่อประสาทที่เรียกว่า นิวรัลทิวบ์ (neural tube) ซึ่งโป่งออกมา

เป็นสมองส่วนหน้า ส่วนกลาง และส่วนหลัง โดยอยู่ก่อนถึงไขสันหลัง ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของระบบประสาท นอกจากนี้จะมีเส้นประสาทแยกออกมาจากสมองและไขสันหลัง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2554)

1.3.2 เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท

1.3.2.1 เซลล์ประสาท ในร่างกายมีเซลล์ประสาทจำนวนมาก ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับรู้และตอบสนอง โดยแต่ละเซลล์มีการเชื่อมโยงและทำงานร่วมกับเซลล์ประสาทอื่น ๆ เป็นจำนวนมาก โครงสร้างของเซลล์ประสาทประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

(1) ตัวเซลล์ (cell body) ซึ่งเป็นส่วนของไซโทพลาซึมและนิวเคลียส รวมทั้งมีออร์แกเนลล์ที่สำคัญเป็นจำนวนมาก

(2) โยประสาท (nerve fiber) เป็นส่วนของเซลล์ที่ยื่นออกมาจากตัวเซลล์ แบ่งเป็น เดนไดรต์ (dendrite) เป็นโยประสาท ทำหน้าที่นำกระแสประสาทเข้าเซลล์ และแอกซอน (axon) ทำหน้าที่นำกระแสประสาทออกจากตัวเซลล์

1.3.2.2 การจำแนกเซลล์ประสาท

1.3.2.2.1 จำแนกตามการทำหน้าที่ จำแนกได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่

(1) เซลล์ประสาทรับความรู้สึก (sensory neuron) ทำหน้าที่รับกระแสประสาทจากหน่วยรับความรู้สึก แล้วถ่ายทอดกระแสประสาทไปยังเซลล์ประสาทสั่งการ โดยผ่านหรือไม่ผ่านเซลล์ประสาทประสานงานก็ได้ ตัวเซลล์ประสาทรับความรู้สึกจะอยู่ที่ปมประสาทรากบนของไขสันหลัง

(2) เซลล์ประสาทสั่งการ (motor neuron) ทำหน้าที่นำกระแสประสาทส่งไปยังหน่วยปฏิบัติงาน เช่น กล้ามเนื้อ

(3) เซลล์ประสาทประสานงาน (association neuron) อยู่บริเวณสมองและไขสันหลัง โดยเชื่อมอยู่ระหว่างเซลล์ประสาทรับความรู้สึกและเซลล์ประสาทสั่งการ ทำหน้าที่รับกระแสประสาทจากเซลล์ประสาทรับความรู้สึก แล้วส่งไปยังเซลล์ประสาทสั่งการ

1.3.2.2.2 การจำแนกตามรูปร่างของเซลล์ประสาท จำแนกได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่

(1) เซลล์ประสาทขั้วเดียว (unipolar neuron) เป็นเซลล์ประสาทที่มีโยประสาทแยกออกมาจากตัวเซลล์เพียง 1 เส้นใย นอกจากนี้ยังมีเซลล์ประสาทที่มีลักษณะคล้ายกันนี้เรียกว่า เซลล์ประสาทขั้วเดียวเทียม (pseudounipolar neuron) จะมีเส้นใยประสาทแยกออกมาจากตัวเซลล์เพียงเส้นเดียวแล้วแตกออกเป็น 2 เส้นที่มีโครงสร้างเหมือนกัน การส่งกระแสประสาทของเซลล์ชนิดนี้จะไม่ผ่านตัวเซลล์ โดยสามารถพบได้ในเซลล์ประสาทรับความรู้สึกที่ปมประสาทรากบนของไขสันหลัง

(2) เซลล์ประสาท 2 ขั้ว (bipolar neuron) เป็นเซลล์ประสาทที่มีเส้นใยประสาทแยกออกมาจากตัวเซลล์ 2 เส้นใย

(3) เซลล์ประสาทหลายขั้ว (multipolar neuron) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเซลล์ประสาทที่มีเดนไดรต์แยกออกมาจากตัวเซลล์มากมาย และมีแอกซอน 1 เส้นใย

1.3.2.3 การทำงานของเซลล์ประสาท

สิ่งเร้าที่มากระตุ้นหน่วยรับความรู้สึกจะถูกเปลี่ยนให้เป็นกระแสประสาท ซึ่งวัดได้จากค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างภายในและภายนอกเซลล์ที่เกิดขึ้น โดยบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์มีโปรตีนที่ทำหน้าที่ควบคุมการเข้าออกของไอออนบางชนิด เช่น ช่องโซเดียม ช่องโพแทสเซียม เมื่อเกิดการกระตุ้นขึ้นจะทำให้เกิดกระแสประสาท (action potential) นั่นคือ เกิดการเปลี่ยนแปลงศักย์เยื่อเซลล์ ช่องโซเดียมไอออนจะเปิด โซเดียมไอออนไหลเข้าเซลล์มากขึ้น ทำให้ศักย์เยื่อเซลล์มีความเป็นบวกมากขึ้น เรียกกระบวนการนี้ว่า depolarization และเมื่อเวลาผ่านไป ช่องโพแทสเซียมไอออนจะเปิด โพแทสเซียมไอออนไหลออกนอกเซลล์ ทำให้ภายในเซลล์เริ่มเป็นลบมากขึ้น เรียกกระบวนการนี้ว่า repolarization นั่นคือ ศักย์เยื่อเซลล์จะกลับเข้าสู่ระยะพักอีกครั้ง บริเวณที่เกิด action potential นี้จะเป็นบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าบริเวณข้างเคียง จึงเกิดการเคลื่อนที่ของไอออนไปยังบริเวณข้างเคียงที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า เกิดเป็นการสร้าง action potential ขึ้นในบริเวณถัดไป ทำให้เกิดการส่งกระแสประสาทต่อไปตามความยาวของใยประสาท (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2554)

1.3.3 โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท

1.3.3.1 โครงสร้างของระบบประสาท

1.3.3.1.1 ระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system, CNS) ได้แก่ สมองและไขสันหลัง สมองแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ สมองส่วนหน้า ส่วนกลาง และส่วนหลัง ทั้งสมองและไขสันหลังมีเยื่อหุ้ม 3 ชั้น คือ ชั้นนอกสุดมีลักษณะหนาเหนียวและแข็งแรง เพื่อป้องกันการกระทบกระเทือนแก่เนื้อสมองและไขสันหลัง ชั้นกลางเป็นเนื้อเยื่อบาง ๆ ส่วนชั้นในสุดแนบไปตามเนื้อสมองและไขสันหลัง จะมีหลอดเลือดมาเลี้ยงจำนวนมาก เพื่อนำอาหารและออกซิเจนมาเลี้ยงเซลล์สมองและไขสันหลัง ซึ่งระหว่างเยื่อหุ้มชั้นกลางและชั้นในจะมีน้ำเลี้ยงสมองและไขสันหลังบรรจุอยู่ (cerebrospinal fluid) มีหน้าที่นำอาหารและออกซิเจนมาเลี้ยงเซลล์ประสาทและนำของเสียออกจากเซลล์

1.3.3.1.2 ระบบประสาทรอบนอก (peripheral nervous system, PNS) ได้แก่ เส้นประสาทสมอง (cranial nerve) และเส้นประสาทไขสันหลัง (spinal nerve) เส้นประสาทสมองแยกออกมาจากสมองแต่ละส่วนมีทั้งหมด 12 คู่ เพื่อทำหน้าที่รับความรู้สึกและส่งการ ซึ่งติดต่อกับอวัยวะต่าง ๆ เพื่อควบคุมการรับความรู้สึกและการทำงานของกล้ามเนื้อ เส้นประสาทไขสันหลัง มีส่วนที่อยู่ใกล้กับไขสันหลังจะแยกเป็นรากบน (dorsal root) ซึ่งมีปมประสาทอยู่ด้วย และรากล่าง

(ventral root) ไม่มีปมประสาทอยู่ ซึ่งต่อกับส่วนปีกล่าง (ventral horn) เส้นประสาทไขสันหลังทำหน้าที่รับความรู้สึก ควบคุม และสั่งงานให้กล้ามเนื้อเกิดการทำงานได้

1.3.3.2 การทำงานของระบบประสาท

1.3.3.2.1 ระบบประสาทโซมาติก (somatic nervous system, SNS) เป็นระบบประสาทที่ทำงานภายใต้อำนาจจิตใจ ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อเย็บกระดูก โดยมีเส้นประสาทรับความรู้สึกรับกระแสประสาทมาจากหน่วยรับความรู้สึก ผ่านเข้าสู่ไขสันหลังหรือสมอง และสั่งการกลับมายังกล้ามเนื้อ บางครั้งอาจทำงานโดยไม่ผ่านสมอง แต่ผ่านไขสันหลังเท่านั้น เช่น การเกิดรีเฟล็กซ์

1.3.3.2.2 ระบบประสาทอัตโนมัติ (autonomic nervous system, ANS) เป็นระบบประสาทที่ทำงานนอกเหนืออำนาจจิตใจ โดยแบ่งออกเป็นระบบประสาทซิมพาเทติก และระบบประสาทพาราซิมพาเทติก ซึ่งทั้งสองระบบนี้จะทำงานในภาวะตรงข้ามกัน เพื่อควบคุมการทำงานของอวัยวะภายในร่างกาย การทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ ประกอบด้วยหน่วยรับความรู้สึกบริเวณอวัยวะภายในรับกระแสประสาทเข้าทางรากบนของเส้นประสาทไขสันหลัง จากนั้นออกจากไขสันหลังไปไซแนปส์กับเซลล์ประสาทสั่งการที่ปมประสาทอัตโนมัติ (autonomic ganglion) เรียกเซลล์ประสาทส่วนที่มายังปมประสาทนี้ว่า เซลล์ประสาทก่อนไซแนปส์ และเซลล์ประสาทสั่งการที่ออกจากปมประสาทว่า เซลล์ประสาทหลังไซแนปส์ ซึ่งนำกระแสประสาทไปยังกล้ามเนื้อเรียบของอวัยวะภายใน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). 2554)

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือค้นคว้าหาคำตอบและนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ ซึ่งเป็นการสร้างความรู้จากการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่ได้รับจากการเรียนรู้กับความรู้เดิมของผู้เรียนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (National Research Council (NRC). 1996) และเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมทักษะในการคิดวิเคราะห์ พัฒนาเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สู่ประเด็นทางสังคมและประเด็นเกี่ยวกับบุคคลได้ (Zion; Michalsky; & Mevarech. 2005)

2.1 ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้

นักการศึกษาและนักวิชาการได้เรียกวิธีการสอนแบบ “inquiry” ซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนที่แตกต่างกันไป เช่น การสืบเสาะ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบสอบ การสอบสวน การสืบสวนสอบสวน การสอนแบบสืบค้น การสอนแบบแก้ปัญหา การสอนแบบสืบเรื่องราว เป็นต้น สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเรียกวิธีการสอนแบบ inquiry ว่า “การสืบเสาะหา

ความรู้” ส่วนการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นการใช้กระบวนการสืบสอบ (inquiry-based instruction) การวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า “การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-based learning) เนื่องจากการสืบเสาะหาความรู้ถือเป็นแนวคิดที่มีความซับซ้อนและมีความหมายที่ต่างกันไปตามบริบทที่ใช้และผู้ที่ทำให้คำจำกัดความ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ ครู และนักเรียนถือเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Budnitz. 2003: Online)

การสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การพยายามค้นคว้าหาคำตอบ หาความรู้จากสถานการณ์ ปัญหาต่าง ๆ ที่สงสัย เพื่อให้ได้คำตอบออกมาในการแก้ไขปัญหาหรือเข้าใจในปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ก่อให้เกิดความเข้าใจเพื่อปรับเปลี่ยนความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน (Budnitz. 2003: Online) หรืออาจจะมองในมุมของกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติและอธิบายปรากฏการณ์นั้นด้วยหลักฐานอย่างมีเหตุมีผล (NRC. 1996)

นอกจากนี้นักการศึกษาและนักวิชาการหลายท่าน (ภพ เลหาไฟบูลย์. 2542; สุวิมล เขียวแก้ว. 2540; Wu; & Hsieh. 2006) ได้อธิบายลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ ความเข้าใจที่จะช่วยให้ผู้เรียนค้นพบความจริงด้วยตนเอง เกิดประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติด้วยกระบวนการสำรวจตรวจสอบที่หลากหลาย มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการเรียนรู้

จากความหมายข้างต้นจะเห็นได้ว่า การสืบเสาะหาความรู้ตามที่นักการศึกษาและนักวิชาการทั้งในประเทศและต่างประเทศเสนอไว้นั้นเกี่ยวข้องกับการค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการเดียวกับนักวิทยาศาสตร์โดยมีการสงสัยในสิ่งที่เกิดขึ้นและพยายามคิดค้นหาหลักฐานโดยใช้กระบวนการที่น่าเชื่อถือมาแสดงความเป็นเหตุเป็นผลจากสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อใช้ในการอธิบายปัญหาหรือความสงสัยนั้น ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science [AAAS]) ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) ที่ได้เสนอมุมมองเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าได้มาจากการผ่านกระบวนการคิด การใช้เหตุผล การจินตนาการจากหลักฐานต่าง ๆ ที่ค้นพบ เพื่อมาอธิบายความรู้ นั้น ในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นมุมมองของกระบวนการเช่นเดียวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ประสาท เนื่องเฉลิม. 2558)

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry approach) เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ที่นำมาใช้ได้ผลในวิชาวิทยาศาสตร์ (กรมวิชาการ. 2553) ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และมีความรู้ในคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีทักษะในการคิดวิเคราะห์

มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ค้นเคยกับกระบวนการหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ และประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สู่การพัฒนาทางสังคมและการพัฒนาบุคคลได้ (NRC. 2000; Zion; & Mevarech. 2005) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2550) ได้อธิบายว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบตรวจสอบ และค้นคว้า ด้วยวิธีการต่าง ๆ ด้วยตนเอง จนทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของผู้เรียนเอง และสามารถเก็บข้อมูลเหล่านั้นไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน เมื่อต้องเผชิญหน้ากับสถานการณ์ใด ๆ ก็สามารถนำมาใช้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับกรมวิชาการ (2552) ที่อธิบายไว้ว่า ผู้เรียนจะสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมการสังเกต การตั้งคำถาม การวางแผนการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ กระบวนการแก้ปัญหา การสืบค้น ข้อมูล การอภิปราย และการสื่อสารความรู้เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยกิจกรรมเหล่านั้นต้องเน้นให้ผู้เรียนได้คิด ได้มีส่วนร่วมวางแผน ได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อนำไปสู่คำตอบของคำถามหรือปัญหา และในที่สุดผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้กิจกรรมที่นำมาใช้ควรสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้ร่วมกันคิดและตั้งคำถามร่วมกับเพื่อน มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอน เข้าใจผู้อื่นและพัฒนาจิตวิญญาณความเป็นมนุษย์ พัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และสามารถทำความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ประสาท เนืองเฉลิม. 2556)

การสืบเสาะหาความรู้ เป็นการดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น (ทิศนา ขัมมณี. 2558) สอดคล้องกับ ประสาท เนืองเฉลิม (2558) ที่อธิบายไว้ว่า การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างนักวิทยาศาสตร์ ผู้สอนมีบทบาทในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง แล้วสรุปออกมาเป็นหลักการหรือวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ โดยครูเป็นผู้จัดสถานการณ์หรือกิจกรรมที่จะช่วยให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบได้อย่างมีหลักการและมีเหตุผลสามารถขยายความคิดของตนได้อย่างกว้างขวาง วางแผนการและกำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางความคิดได้ด้วยตนเอง โดยไม่จำเป็นต้องรับฟังการบรรยายของครูเพียงอย่างเดียว (สุวิมล เขี้ยวแก้ว. 2540)

จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ถือเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน โดยนักเรียน

เป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยที่ผู้สอนทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย สนับสนุน ให้คำปรึกษา ชี้แนะ ตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน และผู้เรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดวางแผนการเรียน มีความสนใจที่จะศึกษาหาความรู้ด้วยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จึงเป็นวิธีการที่ผู้สอนใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบ เพื่ออธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษา ซึ่งผู้เรียนจะได้รับความรู้จากการกระบวนการคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ และได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาอีกด้วย

2.3 ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีลักษณะเน้นพัฒนาการแก้ปัญหาแบบนักวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้จัดสถานการณ์ ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนสามารถแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง ซึ่งประสาธ เนืองเฉลิม (2558) ได้นิยามลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ดังนี้

- (1) การสืบเสาะหาความรู้เป็นส่วนหนึ่งของการสอนวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาทั้งด้านอารมณ์ สังคม สติปัญญา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- (2) ผู้เรียนได้รับการพัฒนาคุณลักษณะอย่างนักวิทยาศาสตร์ ค้นคว้าหาความรู้โดยเกิดจากความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- (3) ผู้เรียนได้ใช้ทักษะที่จำเป็นในการสร้างความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตนเอง
- (4) ผู้เรียนได้เรียนรู้การสื่อสารอย่างเป็นวิทยาศาสตร์และสามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- (5) ผู้เรียนได้รับโอกาสในการพัฒนาทักษะที่จำเป็นตามความเข้าใจและความรู้สึกของตน จนทำให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์
- (6) การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นเทคนิคการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การหาความสัมพันธ์ของคำถามที่มาจากประสบการณ์ส่วนบุคคล
- (7) การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยส่งเสริมศักยภาพการทำงานของผู้เรียน
- (8) ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างแท้จริงในสิ่งที่เรียนไม่ใช่แค่การท่องจำอย่างเดียว
- (9) ความรู้ได้จากการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่จนเกิดเป็นความเข้าใจที่คงทน
- (10) ผู้เรียนคือผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งขึ้นกับความสามารถและความพร้อมทางการเรียนของแต่ละคน

(11) ผู้เรียนเรียนจากการลงมือปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดการเรียนรู้
อย่างมีชีวิตชีวา

(12) ผู้เรียนจะเกิดการรู้คิด (metacognition) จากกระบวนการทำงานร่วมกัน

(13) ผู้เรียนได้ใช้เครื่องมือในการเรียนรู้อย่างหลากหลาย

(14) ผู้เรียนได้รับการส่งเสริมความเป็นประชาธิปไตย

(15) การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

Welch (1981) ได้เสนอลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ 5 ประการ ดังนี้

(1) การสังเกต เป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการสืบเสาะหาความรู้ เนื่องจากวิทยาศาสตร์
เริ่มต้นด้วยการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ และการใช้คำถามที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การสังเกต

(2) การวัดผล เป็นการอธิบายปริมาณของวัตถุและปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นหลัก
ปฏิบัติที่ถูกระบุของวิทยาศาสตร์ เนื่องจากได้ค่าที่แม่นยำและคำอธิบายที่ถูกต้องตามหลักการ
ทางวิทยาศาสตร์

(3) การทดลอง เป็นสิ่งสำคัญของวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นการทดลองที่ถูก
ออกแบบมาเพื่อทดสอบคำถามที่เกิดจากความคิด การทดสอบจะเกี่ยวข้องกับคำถาม ข้อสังเกต
และการวัด

(4) การสื่อสาร ถือเป็นภาระหน้าที่ของนักวิทยาศาสตร์และเป็นส่วนสำคัญของ
กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นผลของการติดต่อกับชุมชนทางวิทยาศาสตร์และประชาชน
เกิดขึ้นจากการเผยแพร่บทความทางวารสาร การประชุมทางวิชาการ การสนทนา และการสัมมนา
วิชาการ

(5) กระบวนการคิด เป็นวิธีหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือเป็น
กระบวนการอธิบายความคิด โดยการอุปมาเหตุผล การเปรียบเทียบ และการกำหนด
สมมติฐานและทฤษฎีต่าง ๆ

National Research Council (NRC) (2000) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการ
สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะสำคัญ 5 องค์ประกอบดังนี้

(1) นักเรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามเชิงวิทยาศาสตร์

ครูมีบทบาทเป็นผู้นำในการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนด้วยวัตถุ สิ่งของ
ปัญหา สถานการณ์ ความท้าทายต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยใคร่รู้และเกิดความอยากรู้ใน
เรื่องนั้น เพื่อให้เกิดการสืบเสาะหาในประเด็นดังกล่าวต่อไป โดยคำถามหรือประเด็นที่เกิดขึ้นอาจจะ
มาจากตัวครู หรือนักเรียนก็ได้ โดยลักษณะสำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ คำถามต้องเป็นคำถามในเชิง
วิทยาศาสตร์ที่ก่อให้เกิดการสำรวจตรวจสอบต่อไปในการอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น

(2) นักเรียนสำรวจตรวจสอบหาหลักฐานเพื่อที่จะนำไปสู่การสร้างคำอธิบายทาง
วิทยาศาสตร์

ครูต้องพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบจนได้มาซึ่งหลักฐาน ข้อมูล เพื่อนำมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์หรือปัญหานั้น ๆ โดยเกิดจากการสังเกต ทดลอง ลงมือปฏิบัติแต่ไม่ใช้การค้นคว้าจากเอกสารข้อมูล ใบความรู้

(3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานในการสำรวจตรวจสอบเพื่อตอบคำถามที่เกิดขึ้น

การสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับผลการสำรวจตรวจสอบทั้งของตนเองและผู้อื่น จำเป็นต้องมีการแสดงหลักฐานที่สนับสนุนคำอธิบายดังกล่าว การอธิบายต้องสอดคล้องกับหลักฐานที่ได้จากการปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การอธิบายทางวิทยาศาสตร์

(4) ผู้เรียนประเมินการเชื่อมโยงคำอธิบายไปสู่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ผู้เรียนมีการประเมินเกี่ยวกับสิ่งที่ได้อธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่ โดยเปรียบเทียบกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบัน ในการอธิบายจำเป็นต้องมีการตรวจสอบผลการอธิบายโดยอ้างอิงหลักฐานในการเรียนรู้เป็นหลัก ในขั้นตอนนี้จะเป็นการปรับความรู้ที่คลาดเคลื่อนหรือผิดพลาดไปสู่แนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

(5) ผู้เรียนสื่อสารและพร้อมแสดงหลักฐานที่สนับสนุนคำอธิบาย

ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนคำอธิบายเกี่ยวกับผลการสำรวจตรวจสอบกับผู้อื่น ซึ่งผู้เรียนจะได้ประเมินตนเอง ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเดิมกับความรู้ใหม่ที่ค้นพบเพิ่มเติม โดยโอกาสนี้ครูจะได้ประเมินความคิดความเข้าใจ และพัฒนาการในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อีกด้วย

2.4 รูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถกำหนดเป็นแนวทางได้โดยพิจารณาจากบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนมากน้อยเพียงไร ดังนั้น ผู้สอนสามารถศึกษาและวิเคราะห์ว่าแนวทางการเรียนการสอนแบบใดที่เหมาะสมกับบริบทห้องเรียนตนเอง ซึ่งมีแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Schwab, 1965) ดังนี้

แนวทางที่ 1 การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะ (guided inquiry) เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนดำเนินการสอนเป็นส่วนใหญ่ เป็นผู้กำหนดประเด็นปัญหา วางแผนการทดลอง เตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือไว้เรียบร้อย ผู้เรียนทำหน้าที่ปฏิบัติการทดลองตามแนวทางที่ผู้สอนกำหนดไว้

แนวทางที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้แบบอิสระ (free inquiry) เป็นวิธีการเรียนการสอนด้วยเทคนิคและวิธีการสอนที่หลากหลาย ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง ดำเนินการทดลอง ตลอดจนสรุปผลด้วยตนเอง ผู้เรียนมีอิสระอย่างเต็มที่ในการศึกษาตามความสนใจ ซึ่งอาจทำงานเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มก็ได้ ผู้สอนจึงเป็นเพียงผู้กระตุ้นเท่านั้น

แนวทางที่ 3 การสืบเสาะหาความรู้แบบกึ่งชี้แนะหรือแบบประยุกต์ (less guided inquiry or modified inquiry) เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการ 2 แนวทางแรกไว้ด้วยกัน ผู้สอนเป็นผู้กำหนดปัญหา ตั้งคำถามกับผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำเสนอแนวทางวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองอาจเป็นกลุ่มหรือรายบุคคล โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง และสรุปผลการทดลอง ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้มีหลากหลายระดับ แต่ละระดับมีความต่อเนื่องกันจากที่เน้นครูเป็นสำคัญไปจนถึงเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2545) ดังนี้

(1) การสืบเสาะหาความรู้แบบครูเป็นผู้กำหนดแนวทาง (structured inquiry) การสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีนี้ครูเป็นผู้ตั้งคำถามและบอกวิธีการให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบ ครูชี้แนะผู้เรียนทุกขั้นตอนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื้อหาบางเรื่องในสาระการเรียนรู้เหมาะที่จะใช้การสืบเสาะด้วยวิธีนี้ โดยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับคำถามตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่ต้องใช้เครื่องมือทดลองพิเศษ ประโยชน์ในการสืบเสาะหาความรู้ในวิธีนี้คือ ทำให้ผู้เรียนคุ้นเคยกับวิธีการสืบเสาะหาความรู้เพื่อนำไปสู่การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากผู้เรียนจะได้รับการฝึกฝนเทคนิคบางอย่างขณะเรียน

(2) การสืบเสาะหาความรู้แบบทั้งครูและผู้เรียนเป็นผู้กำหนดแนวทาง (guided inquiry) การสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีนี้ ครูเป็นผู้ตั้งคำถามและจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบให้กับผู้เรียน ผู้เรียนจะเป็นผู้ออกแบบการทดลองด้วยตนเอง หัวข้อเรื่องตามมาตรฐานการเรียนรู้หลายหัวข้อสามารถใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบนี้

(3) การสืบเสาะหาความรู้แบบผู้เรียนเป็นผู้กำหนดแนวทาง (open inquiry) การสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีนี้ ครูเป็นผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบให้กับผู้เรียน แต่ผู้เรียนเป็นผู้ตั้งคำถามและออกแบบการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

จากแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้นำรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบทั้งครูและผู้เรียนเป็นผู้กำหนดแนวทาง (guided inquiry) มาใช้ในงานวิจัยนี้ โดยผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง ส่วนครูผู้สอนทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย ให้คำปรึกษาชี้แนะ ตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน

2.5 กระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

นักวิชาการและนักการศึกษาได้เสนอรูปแบบกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้หลากหลาย ดังนี้

Renner และ Stafford (1972) ได้กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นกระบวนการในการสำรวจ การสร้างรูปแบบแนวคิด การสืบค้นหาข้อมูล โดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นการสำรวจ เป็นการสำรวจสถานการณ์ต่าง ๆ ได้แก่ วัสดุ ปรากฏการณ์หาคำอธิบายทั่วไปและตั้งสมมติฐาน เสนอแนะการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

(2) ขั้นการสร้างรูปแบบแนวคิด เป็นการสร้างรูปแบบแนวคิดและหลักการต่าง ๆ

(3) ขั้นการสืบค้นหาความรู้ เป็นการสืบค้นหาข้อมูล เมื่อได้มโนทัศน์หรือหลักการต่าง ๆ แล้วทำการขยายแนวคิดหรือหลักการไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยเริ่มทำการสำรวจใหม่อีกเป็นวงจรของการเรียนรู้ (learning cycle) ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีที่จะเรียน (learning how to learn)

Friedl (1997) ได้เสนอกระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นสร้างสถานการณ์ปัญหา (set up a discrepant event) ผู้เรียนจะได้เผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเพื่อสร้างความสนใจ เพิ่มแรงจูงใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา อย่างไรก็ตามสถานการณ์ปัญหานั้นต้องมีความเหมาะสมกับผู้เรียน และช่วยให้ผู้เรียนเกิดคำถามและต้องการที่หาคำตอบเพื่อแก้ปัญหาเหล่านั้น

(2) ขั้นสำรวจตรวจสอบเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา (pupils investigate to solve the discrepancy) หลังจากเผชิญสถานการณ์ปัญหาแล้ว ผู้เรียนจะมีความกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ ซึ่งทำให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้ โดยผู้เรียนจะได้ทำการสังเกต เก็บรวบรวมข้อมูล คาดคะเน และทำการทดลองต่าง ๆ

(3) ขั้นพบคำตอบของปัญหา (resolve the discrepancy) ผู้เรียนจะนำผลการสำรวจตรวจสอบ และประสบการณ์เดิมมาสรุปเป็นคำตอบของปัญหาที่เกิดขึ้น

National Research Council (NRC) (2000) ให้แนวทางในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ผู้เรียนเผชิญกับคำถาม ปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ ซึ่งเป็นขั้นการสำรวจความรู้เดิมของผู้เรียน โดยสร้างความขัดแย้งทางความคิดที่มีอยู่เดิมของผู้เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้มากขึ้น

(2) ผู้เรียนสำรวจแนวคิดที่เป็นประเด็นปัญหา โดยลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง ได้แก่ การสร้างและทดสอบสมมติฐาน การแก้ปัญหา และสร้างคำอธิบายในสิ่งที่ผู้เรียนทำการสำรวจ

(3) ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล สังเคราะห์แนวคิดต่าง ๆ ที่ได้จากการสำรวจ สร้างแบบจำลองและสรุปเป็นความคิดรวบยอดที่ชัดเจนขึ้น แล้วสามารถอธิบายความรู้นั้นแก่ครูและบุคคลอื่น

(4) ผู้เรียนขยายความเข้าใจใหม่ของตนเอง และสามารถประยุกต์ใช้สิ่งที่เรียนรู้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ

(5) ผู้เรียนและครูร่วมกันทบทวนและประเมินสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้และวิธีการในการได้มาซึ่งความรู้เหล่านั้น

Biological Science Curriculum Study (BSCS) ได้แบ่งขั้นตอนของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 5 ขั้น (Bybee; et al. 2006) ดังนี้

(1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นนี้เป็นการแนะนำบทเรียนหรือประเด็นที่สนใจ ซึ่งประเด็นอาจมาจากผู้เรียนนำเสนอหรือผู้สอนเป็นผู้เสนอแนะในห้องเรียน กิจกรรมการเรียนการสอนประกอบด้วย การซักถามประเด็นปัญหา การถกประเด็นปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนควรอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนได้เรียนมาแล้ว

(2) ขั้นสำรวจ ขั้นนี้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดการปรับขยายความคิด โดยที่ผู้เรียนได้รับคำแนะนำ คำชี้แจงจากผู้สอน และมีการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ไว้อย่างเพียงพอ ผู้สอนไม่ควรบอกผู้เรียนว่าจะต้องเรียนอะไรและต้องไม่อธิบายแนวคิดมากนัก เพื่อให้การสำรวจดำเนินต่อไปได้ ผู้เรียนต้องมีบทบาทร่วมกันในการรับผิดชอบต่อสิ่งที่สำรวจ การเก็บรวบรวม และผลที่ได้จากการสำรวจจะนำมาสร้างคำอธิบายตามความหมายและความเข้าใจของตนเอง

(3) ขั้นอธิบาย ขั้นนี้มุ่งหาสิ่งอำนวยความสะดวกทางจิตใจให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนวางแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียนด้วยความร่วมมือระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งมีส่วนในการเลือกและจัดทำสภาพแวดล้อมของชั้นเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาสามารถกำหนดมโนทัศน์ตามความเข้าใจของตนเอง ผู้สอนเสนอแนะแนวทางแก่ผู้เรียนจนสร้างคำอธิบายตามความเข้าใจหรือกรอบแนวคิดของตน

(4) ขั้นขยายความรู้ ขั้นนี้มุ่งกระตุ้นความร่วมมือของกลุ่มผู้เรียน จัดระเบียบประสบการณ์ทางความคิดผ่านการค้นพบ ทำการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ในสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนมาแล้ว มโนทัศน์ที่สร้างขึ้นต้องเชื่อมโยงกับความคิดอื่นหรือประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน ผู้เรียนประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยการขยายความคิดจากตัวอย่างหรือจัดประสบการณ์เชิงสำรวจเพิ่มเติม สามารถค้นคว้าหารายละเอียดในสิ่งที่ต้องการศึกษาและสำรวจตรวจสอบได้มากขึ้น ตลอดจนมีการใช้ทักษะต่าง ๆ และมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น

(5) ขั้นประเมินผล ขั้นนี้เป็นการทดสอบความรู้ ความเข้าใจตามมาตรฐานการเรียนรู้ การประเมินผลควรต่อเนื่องซึ่งไม่ใช่การสิ้นสุดของบทเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2546) ได้เสนอเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry cycle) ว่าประกอบด้วยขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ อาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวผู้เรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นน่าสนใจครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่

จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและผู้เรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น รวมทั้งการรวบรวมความรู้ ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องที่จะศึกษามากขึ้นและมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบที่หลากหลาย

(2) ขั้นสำรวจและค้นหา เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาแล้ว ควรมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลองทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในระดับต่อไป

(3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจ ตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ รูปภาพ สร้างตาราง การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกันกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

(4) ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

(5) ขั้นประเมิน เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้ อะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้ง หรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็น หรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้มีหลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบก็มีขั้นตอนแตกต่างกันไป อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนหลักที่มีเหมือนกัน คือ ขั้นแรกเป็นขั้นที่ผู้เรียนได้เผชิญสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้เกิดคำถามที่ต้องการหาคำตอบ ขั้นต่อมาผู้เรียนจะได้ทำการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบหรือแนวทางแก้ปัญหาต่าง ๆ แล้วจึงทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ข้อมูลเพื่อสรุปเป็นคำตอบของคำถาม และขั้นสุดท้าย คือ การเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมและนำแนวคิดที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งประกอบด้วย

5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นการสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล

2.6 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีสอนที่เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้เตรียมสภาพแวดล้อม จัดลำดับเนื้อหา ส่วนผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้ภายใต้เงื่อนไขของครู โดยผู้เรียนมีอิสระในการดำเนินการอย่างเต็มที่ โดยข้อดีและข้อเสียของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (ภพ เลหาไพบุลย์, 2537) มีดังนี้

ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้

- (1) ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ทำให้เกิดความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา
- (2) ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้มีความคงทนของความรู้และถ่ายโยงการเรียนรู้ได้
- (3) ผู้เรียนสามารถเรียนรู้โมติและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น
- (4) ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
- (5) ผู้เรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้

- (1) ผู้สอนต้องใช้ระยะเวลาเตรียมการสอนนานมากกว่าการสอนปกติ
- (2) ถ้าเนื้อหาที่ใช้สอนค่อนข้างยากและผู้เรียนมีระดับสติปัญญาต่ำ อาจทำให้ผู้เรียนไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้
- (3) ถ้าครูสร้างสถานการณ์ที่ไม่น่าสงสัยมากพอ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย และถ้าครูผู้สอนไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้ โดยควบคุมพฤติกรรมของผู้เรียนมากเกินไป จะทำให้ผู้เรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
- (4) การสอนแบบนี้ไม่เหมาะกับห้องเรียนขนาดใหญ่ เพราะต้องใช้เวลา อุปกรณ์ และทรัพยากรอื่น ๆ จำนวนมาก
- (5) ถ้ามีการใช้รูปแบบการสอนแบบนี้อยู่เสมอ อาจทำให้ความสนใจของผู้เรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง
- (6) ผู้เรียนบางคนอาจขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหา เนื่องจากผู้เรียนยังไม่มีความเป็นผู้ใหญ่เพียงพอ และผู้เรียนบางคนที่ต้องการแรงกระตุ้น เพื่อให้มีความกระตือรือร้นในการเรียน อาจจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

3. สื่อมัลติมีเดีย

สื่อมัลติมีเดียได้รับการนำมาใช้ในการศึกษาเพื่อช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน โดยสื่อมัลติมีเดียช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเรื่องต่าง ๆ จากการได้ยิน มองเห็นภาพ มีปฏิริยาโต้ตอบ และเรียนรู้จากภาพเคลื่อนไหวของวิดิทัศน์ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้เป็นอย่างดี (Heinich; et al. 2002)

3.1 ความหมายของสื่อมัลติมีเดีย

ราชบัณฑิตยสถาน (2546) ได้บัญญัติศัพท์คำว่า “มัลติมีเดีย (multimedia)” เป็นศัพท์บัญญัติ เทคโนโลยีสารสนเทศ นั่นคือ 1) สื่อประสม 2) สื่อหลายแบบ จากการศึกษาเกี่ยวกับความหมายของสื่อมัลติมีเดียจากตำรา บทความ เอกสาร และงานวิจัยพบว่า มีนักการศึกษาและนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของสื่อมัลติมีเดียไว้ ดังนี้

กิดานันท์ มลิทอง (2536) ได้ให้ความหมายของมัลติมีเดียว่า มัลติมีเดีย หมายถึง การนำอุปกรณ์ที่หลากหลายมาใช้ร่วมกัน เพื่อนำเสนอเนื้อหาข้อมูลทั้งที่เป็นตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ และระบบเสียงสเตอริโอ โดยการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิตและการนำเสนอ รวมถึงการควบคุมการทำงาน

กิดานันท์ มลิทอง (2548) ได้ให้ความหมายของสื่อประสม (multimedia) ว่ามี 2 ลักษณะ ดังนี้

(1) สื่อประสมแบบดั้งเดิม หมายถึง การนำสื่อหลายประเภทมาใช้ร่วมกันทั้งวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ เพื่อให้เกิดประสิทธิผลสูงสุดในการเรียนการสอน โดยการใช้สื่อแต่ละอย่างตามลำดับขั้นตอนของการนำเสนอเนื้อหา

(2) สื่อประสมแบบใหม่ หมายถึง การนำเสนอข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบตัวอักษร เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว รวมถึงการมีปฏิริยาโต้ตอบ มัลติมีเดียในลักษณะสื่อประสมแบบใหม่สามารถใช้ชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งได้ว่า “computer media”

ณัฐกร สงคราม (2553) ได้ให้ความหมายของมัลติมีเดียว่า มัลติมีเดีย หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ในการนำเสนอข้อมูล เพื่อทำให้เกิดการรับรู้ที่หลากหลายต่อกลุ่มเป้าหมาย ทั้งด้านการมองเห็นภาพ ข้อความ การได้ยินเสียง หรือความสามารถในการโต้ตอบกับสื่อ ซึ่งสื่อมัลติมีเดียถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นสื่อการสอนอย่างกว้างขวาง ทั้งประกอบการเรียนการสอนและผู้เรียนสามารถนำไปใช้เพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ผจญ รุ่งอรุณเลิศ (2551) ได้ให้ความหมายของสื่อมัลติมีเดียว่า สื่อมัลติมีเดีย หมายถึง สื่อการเรียนการสอนในรูปแบบสื่อคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอเนื้อหาวิชาในรูปแบบการ์ตูน แอนิเมชัน 2 มิติ ทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ร่วมกับเสียงบรรยาย โดยผู้ใช้สื่อสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อเหล่านั้นได้

วชิราภรณ์ ผลเรือง (2551) ได้จำแนกประเภทของมัลติมีเดีย ไว้ดังนี้

(1) มัลติมีเดียเพื่อการนำเสนอข้อมูล เป็นการนำเสนอข้อมูลทางเดียว โดยผู้รับสารไม่สามารถโต้ตอบกับสื่อได้

(2) มัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นมัลติมีเดียที่ใช้มากในการเรียนการสอน ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้ทั้งในเวลาเดียวกันและไม่ใช้เวลาเดียวกัน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ผู้ใช้สื่อมัลติมีเดียสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อได้หรืออาจไม่สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อได้ซึ่งเป็นการรับข้อมูลเพียงอย่างเดียว

ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2552) ได้ให้ความหมายของคำว่า มัลติมีเดียว่า มัลติมีเดีย หมายถึง การใช้สื่อมากกว่าหนึ่งสื่อร่วมกัน เพื่อใช้ในการนำเสนอข้อมูล โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้รับสื่อสามารถรับข้อมูลข่าวสารได้หลากหลายรูปแบบ รวมถึงชุดการเรียนการสอนที่รวมสื่อต่าง ๆ ไว้ด้วยกันเป็นชุดเพื่อใช้สำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเอง การนำอุปกรณ์ต่าง ๆ และระบบสื่อสมบูรณ์แบบเข้ามาใช้ร่วมกันผ่านการควบคุมการใช้และการโต้ตอบด้วยระบบคอมพิวเตอร์

สุนทร สันธพานนท์ (2549) ได้ให้ความหมายของมัลติมีเดียว่า มัลติมีเดีย หมายถึง สื่อหลายชนิดที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน เช่น รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ เครื่องเล่น เครื่องบันทึกเสียง โดยมีระบบคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน มัลติมีเดียที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายได้มากขึ้น

Heinich; et al. (2002) ได้ให้ความหมายของสื่อมัลติมีเดียว่า สื่อมัลติมีเดีย หมายถึง การใช้สื่อลักษณะต่าง ๆ ร่วมกัน เช่น ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการศึกษา ตัวอย่างของสื่อมัลติมีเดียที่ใช้ในการศึกษาในปัจจุบัน ได้แก่ วิดิทัศน์ สไลด์มัลติวิชัน ซีดีรอม ดีวีดี เว็บไซต์ต่าง ๆ เป็นต้น

จากการศึกษาเกี่ยวกับความหมายของสื่อมัลติมีเดีย สามารถสรุปได้ว่า สื่อมัลติมีเดีย หมายถึง การใช้สื่อหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตัวอักษร ข้อความ ภาพถ่าย ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหวแบบวิดิทัศน์ ภาพแอนิเมชัน และเสียง โดยอาจใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ในการนำเสนอและควบคุมการนำเสนอ การนำสื่อมัลติมีเดียมาใช้ในการเรียนการสอนจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

3.2 โครงสร้างและองค์ประกอบของสื่อมัลติมีเดีย

กิตานันท์ มลิทอง (2543) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของสื่อมัลติมีเดียไว้ว่า ในปัจจุบัน สื่อมัลติมีเดียจะใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการนำเสนอสารสนเทศในรูปแบบของข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวแบบวิดิทัศน์ ภาพกราฟิกเคลื่อนไหว และเสียงรวมเข้าด้วยกัน เพื่อเป็นองค์ประกอบของสื่อมัลติมีเดียในลักษณะของสื่อหลายมิติ โดยองค์ประกอบของสื่อมัลติมีเดีย

แบ่งเป็นลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ 1) ภาพนิ่ง 2) ภาพเคลื่อนไหว 3) ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ 4) เสียง 5) ส่วนต่อประสาน และ 6) การเชื่อมโยงหลายมิติ

ณัฐกร สงคราม (2553) ได้กล่าวถึงโครงสร้างและองค์ประกอบของสื่อมัลติมีเดียที่ทำหน้าที่ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ภายในตัวผู้เรียน โดยโครงสร้างของสื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้แบ่งเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

(1) โครงสร้างแบบเส้นตรง (linear structure) หมายถึง โครงสร้างของบทเรียนที่ผู้สอนได้เรียงลำดับไว้ว่าหัวข้อใดควรเรียนก่อนเรียนหลัง การนำเสนอเนื้อหาจะเรียงลำดับเป็นขั้นตอน โดยโครงสร้างแบบนี้ มักใช้กับเนื้อหาที่ต้องเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้เข้าใจก่อน แล้วจึงเรียนอีกเรื่องหนึ่งต่อไปได้

(2) โครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรง (non-linear structure) หรือเรียกว่า โครงสร้างแบบสาขา (branching structure) หมายถึง โครงสร้างที่ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาเนื้อหาได้ตามความสนใจ โดยอาจจะเรียนตามลำดับหรือข้ามหัวข้อเนื้อหาก็ได้

3.3 บทบาทของสื่อมัลติมีเดียในการศึกษา

กิดานันท์ มลิทอง (2543) ได้กล่าวถึงบทบาทของสื่อมัลติมีเดียที่มีต่อการศึกษากว่า การใช้สื่อมัลติมีเดียในการศึกษาจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการเรียนการสอนอย่างมาก ซึ่งสามารถนำมาใช้ในลักษณะของการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การทบทวน การสร้างสถานการณ์จำลอง เกม การใช้สื่อมัลติมีเดียมีประโยชน์ต่อการศึกษามากมายหลายด้าน ได้แก่

(1) ช่วยดึงดูดความสนใจ บทเรียนที่มีการใช้สื่อมัลติมีเดียที่ประกอบด้วย ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ และเสียง จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้อย่างดี

(2) ช่วยทบทวนความเข้าใจ เป็นการใช้ในลักษณะการศึกษารายบุคคล ซึ่งผู้เรียนบางคนอาจจะไม่กล้าถามข้อสงสัยหรือตอบคำถามในห้อง

(3) สื่อมัลติมีเดียสามารถแสดงสารสนเทศเพื่อสนับสนุนความคิดรวบยอดของผู้เรียน

(4) การโต้ตอบระหว่างผู้เรียนและสื่อ โดยสื่อประสมจะมีจุดเชื่อมโยงหลายมิติ เพื่อให้ผู้เรียนและสื่อมีปฏิสัมพันธ์กันในลักษณะสื่อประสมเชิงโต้ตอบ

(5) ผู้เรียนสามารถทำการสืบค้นเชื่อมโยงหลายมิติ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวางและรวดเร็ว โดยไม่จำเป็นต้องเรียนไปตามลำดับเนื้อหา

(6) การใช้สารสนเทศหลากหลายรูปแบบในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาบทเรียน
จรรยา เหนียนเฉลย (2549) ได้กล่าวถึงบทบาทของสื่อมัลติมีเดียที่มีต่อการศึกษาไว้
ดังนี้

(1) ช่วยให้ดึงดูดความสนใจ เนื่องจากสื่อมัลติมีเดียจะเป็นการรวมกันของสื่อที่มี การนำเทคนิคการผลิตแบบต่าง ๆ มาใช้ ทำให้มีความน่าสนใจ

(2) ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ตามความสามารถและความพร้อมของแต่ละบุคคล

(3) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาต่าง ๆ ได้ดีจากแหล่งหลายแหล่ง โดยถือ ว่าเป็นสื่อแต่ละอย่างมีเนื้อหาและรูปแบบต่างกัน

(4) ช่วยประหยัดเวลาทั้งผู้สอนและผู้เรียน

(5) ช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ในหลายรูปแบบของสื่อมัลติมีเดีย

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า สื่อมัลติมีเดียถือเป็นสื่อการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งที่เป็นความรู้ กระบวนการ และเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ โดยเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนเนื้อหา ทักษะความคิดระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ให้ มีการถ่ายทอดความรู้ กระบวนการในการแสวงหาความรู้ และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. แนวคิดวิทยาศาสตร์

แนวคิดวิทยาศาสตร์ (scientific conception) คือ แนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ ทำงานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการสำรวจ ค้นคว้า สืบเสาะหาเรื่องราวทาง ธรรมชาติโดยการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบ (Schafersman. 1997: Online)

4.1 ความหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเกี่ยวกับความหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์จากตำรา บทความ เอกสาร และงานวิจัย พบว่า มีนักการศึกษาและนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของแนวคิด วิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525) ได้ให้ความหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่ ได้จากการสรุปสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการสังเกต หรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหลาย ๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นมาสรุปหรือให้คำจำกัดความ ซึ่งแนวคิดวิทยาศาสตร์จะมีทั้งระดับ ที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม และมีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกัน แนวคิดหนึ่ง ๆ อาจเกิดมาจากการ นำเอาแนวคิดหลาย ๆ แนวคิดมาเชื่อมโยงกันอย่างมีเหตุมีผล ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจ เนื้อหาในบทเรียนและมีความรู้ระดับสูงได้ดีขึ้น โดยส่วนใหญ่แนวคิดวิทยาศาสตร์จะมีลักษณะที่เป็น สากล

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525) ได้ให้ความหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ว่า แนวคิด วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจในการสรุปลักษณะสำคัญของวัตถุหรือปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ โดย แต่ละบุคคลอาจจะมีแนวคิดต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งแตกต่างกันได้ เนื่องจากการมีประสบการณ์และวุฒิภาวะที่ แตกต่างกันในแต่ละบุคคล

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540) ได้ให้ความหมายของคำว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนว่า หมายถึง ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโลกที่เขาอาศัยอยู่ และความคิดเห็นต่อความหมายของคำที่นักเรียนได้รับก่อนที่จะได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะมีการพัฒนามากขึ้นโดยอาศัยประสบการณ์ ความรู้ในปัจจุบัน และจากภาษาของตนเอง

Schafersman (1997) ได้ให้ความหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์หมายถึง การคิดที่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง และมีความน่าเชื่อถือ โดยแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกนำมาใช้ในการอธิบายกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ทำให้ได้มาซึ่งความรู้เกี่ยวกับโลกของธรรมชาติ ซึ่งประกอบด้วย 1) การระบุปัญหา 2) การตั้งสมมติฐาน 3) การทดสอบสมมติฐาน และ 4) การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

Dunbar (1999) ได้ให้ความหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์หมายถึง กระบวนการคิดที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 1) การเก็บรวบรวมข้อมูล 2) การออกแบบการทดลอง 3) การตรวจสอบสมมติฐาน และ 4) การตีความหมายข้อมูล

จากการศึกษาเกี่ยวกับความหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่เกิดจากการสรุปลักษณะสำคัญของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยเป็นการคิดที่เกิดจากการสังเกต หรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหลาย ๆ แบบ แล้วจึงใช้คุณลักษณะของสิ่งเหล่านั้นมาสรุปหรือให้คำจำกัดความอย่างน่าเชื่อถือ โดยแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกนำมาใช้ในการอธิบายกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้ความรู้หรือคำตอบที่น่าเชื่อถือมากที่สุด ซึ่งแนวคิดวิทยาศาสตร์เกิดมาจากการนำเอาแนวคิดหลาย ๆ แนวคิดมาเชื่อมโยงกันอย่างมีเหตุผล ซึ่งการคิดตามแนวคิดวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนและมีความรู้ระดับสูงยิ่งขึ้น

4.2 การจัดกลุ่มแนวคิดวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดการจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนไว้แตกต่างกัน ซึ่งสามารถสรุปได้เป็น 3 รูปแบบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.2.1 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 4 กลุ่ม มีแนวทางในการจัดกลุ่มแนวคิด ดังตาราง 1

ตาราง 1 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 4 กลุ่ม

ระดับของแนวคิด	เกณฑ์จำแนก
1. แนวคิดถูกต้อง (sound understanding)	คำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งหมด
2. แนวคิดถูกต้องบางส่วน (partial understanding)	คำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์
3. แนวคิดคลาดเคลื่อน (limited understanding)	คำตอบของนักเรียนบางคำตอบแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง และบางคำตอบมีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์
4. แนวคิดไม่ถูกต้อง (misunderstanding)	คำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นถึงความไม่เข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

ที่มา: Marek; et al. (1990). Teachers' understanding and the use of the learning cycle. *Journal of Research in Science Teaching*. 27(9): 825

5.2.2 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 5 กลุ่ม มีแนวทางในการจัดกลุ่มแนวคิด ดังตาราง 2

ตาราง 2 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 5 กลุ่ม

ระดับของแนวคิด	เกณฑ์จำแนก
1. แนวคิดถูกต้อง (sound understanding หรือ complete understanding หรือ scientific conception, SU)	คำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งหมด
2. แนวคิดถูกต้องบางส่วน (partial understanding หรือ complete explanation, PU)	คำตอบของนักเรียนทุกคำตอบสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์แต่ยังไม่ครบถ้วน

ตาราง 2 (ต่อ)

ระดับของแนวคิด	เกณฑ์จำแนก
3. แนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิด คลาดเคลื่อน (partial understanding with specific misunderstanding, PU/SM)	คำตอบของนักเรียนบางคำตอบสอดคล้องกับแนวคิด วิทยาศาสตร์และบางคำตอบไม่สอดคล้องกับแนวคิด วิทยาศาสตร์
4. แนวคิดคลาดเคลื่อน (specific misconception หรือ complete misunderstanding, SM)	คำตอบของนักเรียนทุกคำตอบไม่สอดคล้องกับ แนวคิดวิทยาศาสตร์
5. ไม่มีแนวคิด (no understanding หรือ no conception หรือ no response, NU)	ไม่ตอบคำถาม หรือไม่อธิบายคำตอบ หรือตอบใน ลักษณะทวนคำถาม หรือตอบไม่ตรงประเด็น

ที่มา: Haidar (1997). Prospective chemistry teachers' conception of the conservation of matter and related concepts. *Journal of Research in Science Teaching*. 34(2): 185. Westbrook; & Marek (1992). A cross-age study of student understanding of the concept of homeostasis. *Journal of Research in Science Teaching*. 29(1): 54.

5.2.3 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 6 กลุ่ม มีแนวทางในการจัดกลุ่มแนวคิด ดังตาราง 3

ตาราง 3 การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 6 กลุ่ม

ระดับของแนวคิด	เกณฑ์จำแนก
1. แนวคิดถูกต้อง (sound understanding หรือ complete understanding หรือ scientific conception)	คำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งหมด
2. แนวคิดถูกต้องบางส่วน (partial understanding)	คำตอบของนักเรียนทุกคำตอบสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์แต่ยังไม่ครบถ้วน
3. แนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน (partial understanding with specific misunderstanding)	คำตอบของนักเรียนบางคำตอบสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์และบางคำตอบไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์
4. แนวคิดคลาดเคลื่อน (specific misunderstanding)	คำตอบของนักเรียนทุกคำตอบไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์
5. ไม่มีแนวคิด (no understanding)	พูดทวนคำถาม หรืออธิบายไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ถาม
6. ไม่มีคำตอบ (no response)	ไม่ตอบคำถาม หรือตอบว่าไม่ทราบ หรือตอบว่าไม่เข้าใจ

ที่มา: Abraham; et al. (1992). Understandings and misunderstandings of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*. 29(2): 112.

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้การจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนแบบ 5 กลุ่ม เนื่องจากแบบวัดแนวคิดที่ผู้วิจัยนำมาใช้วัดแนวคิดเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบพร้อมให้เหตุผลประกอบ (two-tier diagnostic test) ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นข้อสอบแบบหลายตัวเลือก และส่วนที่สองเป็นกลุ่มของเหตุผลต่าง ๆ สำหรับคำถามในส่วนแรก ซึ่งในส่วนที่สองที่มีการเขียนอธิบาย อาจมีนักเรียนบางคนไม่ตอบคำถามหรือตอบว่าไม่ทราบ หรืออธิบายคำตอบไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่

ถาม ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 5 กลุ่ม ซึ่งเหมาะสมในการนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาซึ่งเป็นนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนที่แตกต่างกันทั้งดี ปานกลาง และน้อย

4.3 การวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์

การทราบแนวคิดของนักเรียนก่อนการเรียนจะทำให้ครูได้ทราบว่านักเรียนมีแนวคิดเดิมในเรื่องที่จะสอนอย่างไรบ้าง หรือมีแนวคิดใดบ้างที่ยังไม่ถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนไป เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้นำไปใช้ในการวางแผนแก้ไขแนวคิดของนักเรียนให้ถูกต้อง (วรภรณ์ แยมจินดา. 2547)

Hurd (1970) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของผู้ที่เข้าใจในแนวคิด ดังนี้ 1) สามารถระบุตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่แนวคิดได้ 2) มีแนวคิดในการอธิบายสถานการณ์ใหม่ได้ 3) ใช้แนวคิดที่มีในการตั้งสมมติฐานเพื่อหาคำตอบได้ 4) ลงข้อมูลสรุปได้จากสถานการณ์ที่มีอยู่ 5) สามารถจัดข้อมูลตามความสัมพันธ์ 6) สามารถแยกข้อมูลและแนวคิดออกจากกัน และสามารถเข้าใจในแนวคิดเริ่มต้น 7) สามารถจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ ได้ง่ายโดยใช้หลักเกณฑ์ของตน และ 8) เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วในหัวข้อที่ใกล้เคียงกัน

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลากหลายวิธีการ โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

4.3.1 แบบทดสอบแบบเลือกตอบ

ในการสำรวจแนวคิดทางเลือกของนักเรียนเหมาะที่จะใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ โดยแบบทดสอบแบบเลือกตอบอาจพัฒนามาจากคำถามปลายเปิดหรือแบบสัมภาษณ์ เพื่อให้ได้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกับคำตอบของนักเรียนมากที่สุด และสะดวกที่จะนำไปใช้ได้กับนักเรียนจำนวนมาก เช่น แบบทดสอบเลือกตอบแบบคำถาม 2 ชั้น (two-tier diagnostic test) ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบพร้อมให้เหตุผลประกอบ โดยลักษณะของแบบทดสอบจะมี 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นแบบทดสอบหลายตัวเลือกโดยอาจมีตัวเลือก 2 หรือ 3 หรือ 4 ตัวเลือก และส่วนที่สองเป็นเหตุผลให้นักเรียนเลือกเพื่อสนับสนุนคำตอบที่เลือกในส่วนแรก ซึ่งคำตอบทั้งสองส่วนจะต้องมีทั้งคำตอบที่ถูกต้องและคำตอบที่แสดงแนวคิดของนักเรียน (Bennett. 2005; Treagust. 2006)

4.3.2 แบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิด (open ended questions)

แบบทดสอบชนิดคำถามปลายเปิดหรือเรียกว่า แบบทดสอบแบบอัตนัย (essay tests) ถูกนำมาใช้ในการวัดความสามารถของนักเรียนในการเขียนแสดงแนวคิดที่เป็นภาษาเขียนของนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตอบคำถามอย่างเป็นอิสระตามความเข้าใจของตนเอง ซึ่งจะทำให้ทราบแนวคิดของนักเรียนว่ามีความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งนั้นอย่างไร (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2542)

4.3.3 การสัมภาษณ์ (interview)

การสัมภาษณ์เป็นวิธีการเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดด้วยภาษาและความคิดของตนเอง เพื่อสำรวจความคิดความเข้าใจของนักเรียน ทำให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดมากกว่า

วิธีอื่น ๆ มีความน่าเชื่อถือและมีความคลาดเคลื่อนน้อยมาก รวมถึงเป็นวิธีการที่ทำให้ได้ข้อเท็จจริงเพิ่มเติมจากที่ต้องการด้วยการสังเกตจากสีหน้า ท่าทาง และคำพูดของนักเรียน การสัมภาษณ์จะใช้เวลานานจึงเหมาะที่จะใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนไม่มากจนเกินไป (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2542) วิธีการสัมภาษณ์ที่นิยมใช้เพื่อสำรวจแนวคิดของนักเรียนคือ การสัมภาษณ์เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ โดยใช้วัตถุจริง และการสัมภาษณ์เกี่ยวกับเหตุการณ์โดยการนำเสนอสถานการณ์โดยใช้ของจริง หรือการสาธิต หรือการใช้แผนภาพ หลังจากนั้นถามคำถามเพื่อให้ให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดของตนเองในการอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น (รัตนา เสงสุข. 2540; อ้างอิงจาก Osborne; & Gilbert. 1980)

4.3.4 แผนผังแนวคิด (concept mapping)

แผนผังแนวคิดมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้แทนความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดหลายแนวคิดอย่างมีลำดับชั้น โดยทำให้อยู่ในรูปของแนวคิดอย่างน้อย 2 แนวคิดที่เชื่อมกันด้วยคำเชื่อม แผนผังแนวคิดจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ชัดเจนเกี่ยวกับความคิดที่สำคัญต่าง ๆ และยังให้บทสรุปเค้าโครงของสิ่งที่ได้เรียนไปแล้ว ดังนั้นแผนผังแนวคิดถือเป็นเครื่องมือวัดความรู้ความเข้าใจของนักเรียนอย่างหนึ่ง โดยครูจะกำหนดหัวข้อที่ต้องการให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิดในเวลาที่กำหนด และครูจะพิจารณาให้คะแนนตามเกณฑ์การแสดงความสัมพันธ์เชื่อมโยงของแนวคิดต่าง ๆ และการใช้แนวคิดที่กำหนดได้ครบถ้วน โดยครูควรตั้งเกณฑ์คะแนนไว้แล้ว (มนัส บุญประกอบ. 2533)

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบพร้อมให้เหตุผล ประกอบการเลือกตอบ (two-tier diagnostic test) ซึ่งแบบทดสอบประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนแรกจะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบตัวเลือกจำนวน 4 ตัวเลือก และส่วนที่สองจะเป็นการให้เหตุผลของการเลือกคำตอบในส่วนแรก ซึ่งช่วยประเมินว่านักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์หรือไม่

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยของนักวิจัยท่านอื่น ๆ เป็นจำนวนมาก เพื่อค้นหาข้อค้นพบต่าง ๆ และค้นหาแนวทางในการทำงานวิจัย โดยผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้ศึกษาดังต่อไปนี้

งานวิจัยในประเทศ

ขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์ (2553) ศึกษาการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ซึ่งการวิจัยนี้เป็นแบบกรณีศึกษา กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 80 คน ผลการศึกษาค้นพบว่า 1) การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ช่วยส่งเสริมการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อม

ไว้ท่อนมากขึ้น โดยนักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และจำนวนของนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนลดลง 2) การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และสามารถอธิบายเหตุผลที่สนับสนุนความเข้าใจของตนเองได้มากขึ้น

จิตติมา ดมหอม (2553) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต่อการพัฒนาแนวคิดและเจตคติเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนจำนวนมากมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ในเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ โดยนักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนลดลงและ ผู้เรียนได้แสดงออกถึงคุณลักษณะของผู้ที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการวิเคราะห์หาเหตุผล มีความเป็นระบบ มีความเชื่อมั่นในตนเอง แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาแนวคิดเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ได้

จิรัชยา นาคราช (2558) ศึกษาการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบประสาทและความสามารถในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 80 คน โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย นครปฐม ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องระบบประสาทของนักเรียนหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องระบบประสาทของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2) ความสามารถในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยความสามารถในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ไตรรัตน์ รัตนเดช (2551) ศึกษาการพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ ใช้แบบวัดแนวคิดและอนุทินรายสัปดาห์ของนักเรียนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ โดยพบว่านักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องและถูกต้องบางส่วนเพิ่มขึ้น และมีแนวคิดคลาดเคลื่อนและไม่มีแนวคิดลดลง นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ให้ข้อสังเกตของสาเหตุที่การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาแนวคิดได้ อาจเนื่องมาจากนักเรียนได้ร่วมกันออกแบบการค้นคว้า ลงมือปฏิบัติ ได้ฝึกคิดวิเคราะห์ มีการเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน และมีการถามคำถามเพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นก่อนการจัดการเรียนการสอนซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสนใจเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

นิติมา รุจิเรชาสุวรรณ (2555) ศึกษาประสิทธิผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารชีวโมเลกุลที่พัฒนาขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างคือ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กาญจนบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องชีวโมเลกุล ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีเจตคติต่อการเรียนเรื่องชีวโมเลกุลอยู่ในระดับดี

นิภาพร ภูมิภู (2558) ทำการศึกษา 1) ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นต่อแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ระบบประสาท และ 2) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นช่วยพัฒนาแนวคิดของนักเรียน ซึ่งนักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์มากที่สุดเรื่อง การทำงานของระบบประสาทรอบนอก รองลงมาคือเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ประสาท และการจำแนกชนิดของเซลล์ประสาท อย่างไรก็ตามยังพบนักเรียนที่มีแนวคิดที่ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อนบางส่วนในเรื่อง การเกิดกระแสประสาท 2) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นที่มีประสิทธิภาพ ได้แก่ การเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย การตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน การนำเสนอการค้นพบ การอภิปรายความรู้ร่วมกัน การนำเสนอสถานการณ์ใหม่ที่ค้นพบ และการเลือกใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย

ประภัสสร บุญทวิกุลสวัสดิ์ (2553) ศึกษาการพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเรื่อง การรับรู้และการตอบสนองโดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบ 5E ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาให้นักเรียนมีแนวคิดดีขึ้นได้ทั้ง 2 โรงเรียนคือ นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์และแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบบางส่วนเพิ่มมากขึ้น แต่พบว่าแนวคิดเรื่องเซลล์ประสาทเป็นแนวคิดที่ยากต่อการเข้าใจ โดยพบว่าบริบทที่แตกต่างกันทั้งทางด้านความรู้พื้นฐานของนักเรียน ประสบการณ์ของครู และความพร้อมด้านสื่อการสอนมีผลให้ทั้งสองโรงเรียนมีการพัฒนาการที่ต่างกัน

พิชญา สิทธิชัย (2558) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสื่อการสร้างมโนภาพต่อแนวคิดเรื่องระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า เมื่อนักเรียนรับการจัดการเรียนรู้อย่างกล่าว โดยรวมนักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์และแนวคิดวิทยาศาสตร์ไม่สมบูรณ์ ซึ่งพบว่า นักเรียนจำนวนมากยังคงมีแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วนในเรื่อง เกณฑ์การแบ่งประเภทของเซลล์ประสาท และการเกิดกระแสประสาทภายในเซลล์ประสาท ผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะว่าครูผู้สอนควรจัดสรรเวลาในการทำกิจกรรมการเรียนรู้และการอภิปรายผลให้เพียงพอและมีความเหมาะสม โดยเฉพาะในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการและที่มีความซับซ้อนมากอย่างเช่นเรื่องระบบประสาท

พิศาล วชิราชัย (2549) ศึกษาวิจัยกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยพณิชยการธนบุรี ผลการศึกษาพบว่า วิธีการนำเสนอโดยนำการ์ตูนแอนิเมชันมาเชื่อมโยงในการนำเข้าสู่บทเรียนและตัวเนื้อหา อีกทั้งในตัวเนื้อหายัง

ประกอบด้วยภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และภาพแอนิเมชัน ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา และมีความพึงพอใจในระดับมาก ส่งผลให้มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อีกทั้งทางด้านภาพเคลื่อนไหวยังมีส่วนให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติเองได้อีกด้วย

อรรัมภา คำนอเนก (2554ก) ศึกษาแนวคิดเรื่องการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนคิดเป็นร้อยละ 28.3 มีเพียงร้อยละ 21.7 ที่มีแนวคิดสมบูรณ์ และมีนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 13.3 ที่ไม่มีแนวคิด โดยหัวข้อที่นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์มากที่สุดคือ การรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว คิดเป็นร้อยละ 56.7 หัวข้อรองลงมาคือ โครงสร้างของสมอง คิดเป็นร้อยละ 52.5 อย่างไรก็ตาม ไม่พบที่มีแนวคิดสมบูรณ์ในเรื่อง ชนิดของเซลล์ประสาท การถ่ายทอดกระแสประสาทข้ามเซลล์ การรับฟังเสียงและการทรงตัว และจมูกและการดมกลิ่น นอกจากนั้นยังพบว่าในทุก ๆ แนวคิดย่อมมีนักเรียนที่ไม่มีแนวคิดแม้ว่าจะได้นักเรียนรับการเรียนในเรื่องนั้นมาแล้ว ซึ่งเหตุผลอาจเป็นเพราะเนื้อหาเรื่องนี้ต้องอาศัยแนวคิดพื้นฐาน รวมถึงวิธีการจัดการเรียนรู้แบบเดิมที่อาจไม่สามารถทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างแท้จริง

อรรัมภา คำนอเนก (2554ข) ศึกษาค้นหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมร่วมกับการใช้แผนผังแนวคิดและศึกษาแนวคิดเรื่องการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้รับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ผลการศึกษาวิจัยพบว่าในการจัดการการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมช่วยพัฒนาแนวคิดของนักเรียนได้นั้น ครูผู้สอนจะต้องทำการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนก่อน โดยอาจจะใช้การสร้างสถานการณ์กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงออกในสิ่งที่ตนเองมีอยู่ การเน้นการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน ทั้งระหว่างนักเรียนกับนักเรียนหรือระหว่างนักเรียนกับครู รวมถึงการสรุปสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้ด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยใช้แผนผังความคิด ส่วนแนวคิดของนักเรียนเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวทางดังกล่าวพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดสมบูรณ์ โดยหัวข้อที่นักเรียนมีแนวคิดสมบูรณ์มากที่สุดคือ การรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์บางชนิด รองลงมาคือหัวข้อเซลล์ประสาท ส่วนหัวข้อกลไกการรับรู้และตอบสนอง และหัวข้อการทำงานของเซลล์ประสาท มีจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดสมบูรณ์เท่ากัน เมื่อพิจารณาแผนผังความคิดที่นักเรียนเขียนเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนมา พบว่า มีเพียงหนึ่งในสี่ที่สามารถเขียนสรุปเชื่อมโยงได้ครบทุกหัวข้อ และระบุแนวคิดย่อยในแต่ละหัวข้อได้ครบถ้วน

งานวิจัยในต่างประเทศ

Afra; Osta; & Zoubair (2009) ศึกษาแนวคิดทางเลือกเรื่อง กระแสไฟฟ้า ในนักเรียนเกรด 9 จำนวน 12 คน และศึกษาผลของการจัดการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อศึกษาแนวคิดพื้นฐานเรื่อง ไฟฟ้ากระแสตรง วงจรไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ตัวต้านทาน พลังงานและสมบัติทางกายภาพ โดยเครื่องมือที่ใช้วิจัยคือ แบบวัดแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่

ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มแนวคิดจากคำตอบของนักเรียน ผลการศึกษาวิจัยพบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีแนวคิดทางเลือกเกี่ยวกับไฟฟ้ากระแสตรง และเมื่อนักเรียนได้รับการจัดการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์มากขึ้น

Chen; & Ku (1999) ศึกษาแนวคิดและแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่อง ฟิช ในนักเรียนเกรด 2, 4 และ 6 จำนวน 36 คน โดยทำการวัดแนวคิดโดยการให้นักเรียนวาดรูป และทำการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนส่วนใหญ่แสดงชนิดของฟิชเป็นฟิชจำพวกไม่ยืนต้น 2) นักเรียนใช้โครงสร้างฟิชและสรีรวิทยาของฟิชในการจำแนกฟิช ซึ่งพบว่า นักเรียนยังมีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน และมีแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน 3) ในการจัดจำแนกฟิชของนักเรียนมักเป็นการเปรียบเทียบฟิชกับโครงสร้างทางสรีรวิทยาที่นักเรียนพบเจอครั้งแรก ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะพบว่า นักเรียนยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องฟิช

Musheno; & Lawson (1999) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้และการสอนตามแบบปกติในการเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 – 10 จำนวน 123 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้มีความเข้าใจในโมเดลทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

Wilder; & Shuttleworth (2005) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E เรื่อง เซลล์ ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาวิจัย พบว่า นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเรื่องเซลล์มากยิ่งขึ้นเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E นอกจากนี้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ยังช่วยกระตุ้นความสนใจความอยากรู้อยากเรียนของนักเรียน รวมถึงการให้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้และมีทักษะการสืบเสาะหาความรู้มากยิ่งขึ้น

Wolf; & Fraser (2008) ทำการศึกษาบรรยากาศในการเรียนรู้ เจตคติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยได้ทำการจัดกิจกรรมการทดลองแบบสืบเสาะหาความรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนจำนวน 165 คน ในเมืองนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ทำการทดลองแบบเน้นการสืบเสาะหาความรู้ กับกลุ่มที่ทำการทดลองแบบไม่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ เครื่องมือที่ใช้ได้แก่แบบสอบถามเกี่ยวกับบรรยากาศในการเรียนรู้ แบบทดสอบเจตคติ และแบบทดสอบวัดแนวคิดแบบไคอะแกรมและเลือกตอบ จำนวน 9 ข้อ รวมถึงการสัมภาษณ์นักเรียนหลังการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการทดลองแบบเน้นการสืบเสาะหาความรู้เกิดความสนใจในการเรียน มีเจตคติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ทำการทดลองแบบไม่เน้นการสืบเสาะหาความรู้

จากการตรวจสอบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อค้นหาค้นพบต่าง ๆ และค้นหาแนวทางในการทำงานวิจัย ผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้เพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามจากหลายงานวิจัยยังพบว่า ถึงแม้ว่า

นักเรียนจะได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยเฉพาะในเนื้อหาสาระที่มีความเป็นนามธรรม ซับซ้อน และยากต่อการเข้าใจ อย่างเช่นเรื่อง ระบบประสาท ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงได้นำสื่อมัลติมีเดียเข้ามาจัดการเรียนการสอนร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อนำมาปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนเรื่อง ระบบประสาท เพื่อใช้ศึกษาแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นแนวทางที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดกลุ่มที่ศึกษา
2. แบบแผนในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล
6. จริยธรรมของการวิจัย

การกำหนดกลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในสังกัดสพม. เขต 1 กรุงเทพมหานคร ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียนจากการชักตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) จำนวนทั้งสิ้น 35 คน ประกอบด้วยนักเรียนชาย 17 คน และนักเรียนหญิง 18 คน ซึ่งผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลผลการเรียนของนักเรียนที่ผ่านมาและจากการสอบถามครูพี่เลี้ยง แล้วจึงเลือกห้องเรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เร่งรัด คณิตศาสตร์ เสริมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความเหมาะสมทำการวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากนักเรียนมีระดับผลการเรียนที่แตกต่างกัน ซึ่งมีทั้งนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนที่ดี ปานกลาง และน้อย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดระยะเวลาของการวิจัยไว้ทั้งสิ้น 2 ปี (สิงหาคม 2558 – สิงหาคม 2560) โดยในปีการศึกษาแรกเป็นการคิดหัวข้องานวิจัย ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับงานวิจัย และจัดทำโครงร่างงานวิจัย ส่วนในปีการศึกษาที่สองเป็นการสอบเค้าโครงงานวิจัย จัดทำเครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ดำเนินงานวิจัยโดยจัดการเรียนรู้ กับกลุ่มที่ศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ผล ตลอดจนจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

สำหรับระยะเวลาที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มที่ศึกษา ผู้วิจัยใช้ไปทั้งสิ้น 1 ภาค การศึกษา ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 5 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 14 คาบเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

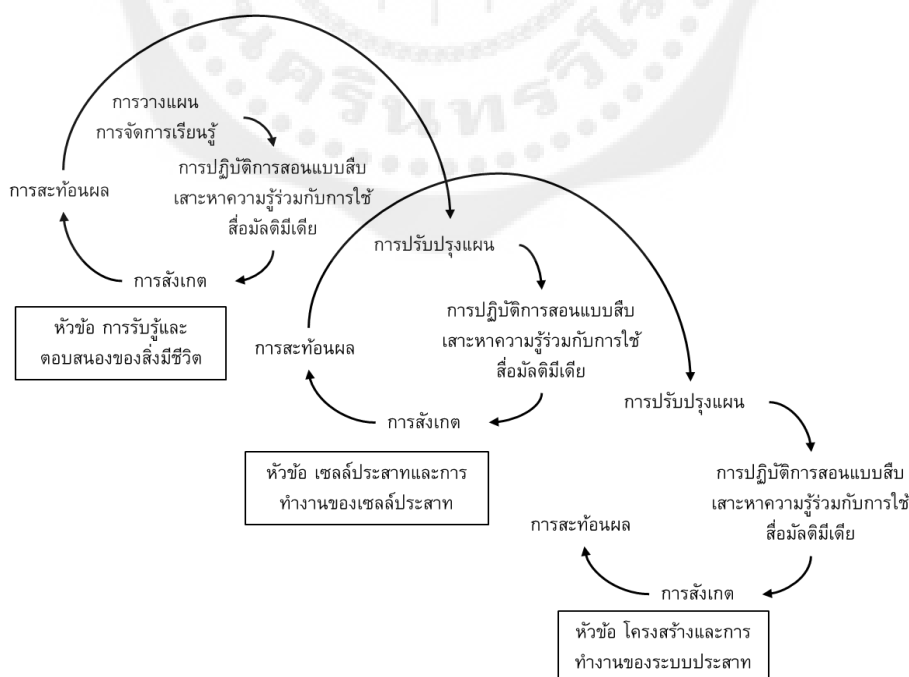
1. การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต
2. เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท
3. โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท

แบบแผนในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน มีขั้นตอนการทำวิจัยเป็นไปตามวงจรการวิจัยแบบขดลวด หรือ PAOR (สุวิมล ว่องวาณิช. 2557; อ้างอิงจาก Kemmis; & McTaggart. 1988) โดยแบ่งขั้นตอนการวิจัยได้ 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การวางแผน (plan) หมายถึง ขั้นตอนการสร้างและออกแบบแผนการปฏิบัติงานหลังจากทำการวิเคราะห์และกำหนดปัญหาที่ต้องการแก้ไขไว้เรียบร้อยแล้ว
2. การปฏิบัติ (act) หมายถึง ขั้นตอนการลงมือปฏิบัติตามแผนที่ได้กำหนดไว้
3. การสังเกต (observe) หมายถึง ขั้นตอนการสังเกตผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติ
4. การสะท้อนผล (reflect) หมายถึง ขั้นตอนการสะท้อนผลหลังจากลงมือปฏิบัติ โดยผู้อื่นที่เกี่ยวข้องสามารถวิพากษ์วิจารณ์การปฏิบัติงานของผู้วิจัย เพื่อนำไปปรับปรุง แก้ไข และพัฒนาสำหรับการปฏิบัติงานต่อไป

ในระหว่างการดำเนินการวิจัยในแต่ละหัวข้อเนื้อหา ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับตรวจสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์



ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานในลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย จำนวน 3 แผน
2. แบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ จำนวนทั้งหมด 30 ข้อ แบ่งเป็นชุดละ 10 ข้อ จำนวน 3 ชุด ซึ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก พร้อมให้เหตุผลประกอบการเลือกตอบ
3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อนโยบายที่ได้รับและต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย
4. แบบสัมภาษณ์ลักษณะกึ่งโครงสร้างเชิงวิชาการและเชิงความคิดเห็นของนักเรียนต่อนโยบายและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย

ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท

ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท ที่ใช้ในการวิจัยตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปี 2551 ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ระบบประสาท เพื่อกำหนดขอบเขตและจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ ให้มีทิศทางที่ชัดเจนครอบคลุมตามมาตรฐานและตัวชี้วัดที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนด
2. ศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท ในหัวข้อที่ต้องการทำวิจัย เพื่อนำความรู้ดังกล่าวมากำหนดกรอบเนื้อหาในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ ให้มีเนื้อหาที่ครบถ้วนครอบคลุม
3. ศึกษารูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย จากหนังสือที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ก่อนหน้านี้ เพื่อกำหนดรูปแบบการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้
4. ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท โดยกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการสอนว่าครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่
5. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ ซึ่งประกอบไปด้วย ใบความรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงวิธีการวัดและประเมินผล

วิธีการหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อ มัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท ให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษา 2 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ และความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้ (IOC) ดังนี้

1.1 การตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบทั้งในแง่เนื้อหาสาระ รูปแบบของการจัดการเรียนรู้ รวมถึงการใช้ระดับภาษา เพื่อหาจุดบกพร่องต่าง ๆ โดยตรวจสอบและให้คะแนนในแต่ละด้านด้วยมาตราปรมาณค่า (rating scale) 5 ระดับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งแต่ละระดับมีความหมาย ดังนี้

- ระดับ 5 หมายความว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด
- ระดับ 4 หมายความว่า มีความเหมาะสมมาก
- ระดับ 3 หมายความว่า มีความเหมาะสมปานกลาง
- ระดับ 2 หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อย
- ระดับ 1 หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยการสรุปผลจะหาจากค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านได้ให้ไว้ ซึ่งผลสรุปที่ได้จะสามารถแปลความหมายได้จากเกณฑ์ ดังนี้

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

1.2 การตรวจสอบความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาสาระ โดยพิจารณาเป็นค่าดัชนีความสอดคล้อง หรือค่า IOC ด้วยแบบประเมิน ซึ่งแบบประเมินจะเป็นมาตราปรมาณค่า 3 ระดับ โดยแต่ละระดับมีความหมาย ดังนี้

- ระดับ +1 หมายความว่า สอดคล้อง
- ระดับ 0 หมายความว่า ไม่แน่ใจ
- ระดับ -1 หมายความว่า ไม่สอดคล้อง

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท และกิจกรรมการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท และกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยต่อไป

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาท

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล รวมถึงเอกสารที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบของข้อสอบ และวิธีการสร้างข้อสอบ
2. ศึกษามาตรฐานและตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาในการออกข้อสอบและจุดประสงค์ในการออกข้อสอบแต่ละข้อได้อย่างครอบคลุม
3. สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก พร้อมให้เหตุผลประกอบการเลือกตอบ จำนวน 45 ข้อ

วิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาท

1. นำแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษา 2 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาในข้อสอบ ความชัดเจนของคำถามและตัวเลือก และตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป ซึ่งแบบประเมินจะเป็นมาตรฐานประมาณค่า 3 ระดับ โดยแต่ละระดับมีความหมายดังนี้

ระดับ +1	หมายความว่า	สอดคล้อง
ระดับ 0	หมายความว่า	ไม่แน่ใจ
ระดับ -1	หมายความว่า	ไม่สอดคล้อง

2. นำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ
3. นำแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษาจริงในการวิจัย จำนวน 45 คน ซึ่งเคยเรียนเรื่องดังกล่าวมาก่อน
4. นำผลคะแนนที่ได้ของนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษาจริงมาวิเคราะห์ค่าความยาก - ง่าย (p) และค่าอำนาจการจำแนก (r) จากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก - ง่ายอยู่ที่ 0.2 - 0.8 และค่าอำนาจการจำแนกอยู่ที่ 0.2 ขึ้นไป เป็นจำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็นหัวข้อละ 10 ข้อ
5. จัดทำแบบทดสอบด้วยข้อสอบที่คัดเลือกไว้ในแต่ละหัวข้อ จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบทดสอบด้วยการคำนวณจากสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -coefficient) ของ Cronbach โดยกำหนดให้มีความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 0.5
6. นำแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาท ที่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพแล้วไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยต่อไป

ขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

ในการตรวจสอบความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามมาตรฐานค่า 5 ระดับ โดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดประสงค์ในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยกำหนดให้ตรวจสอบความพึงพอใจต่อเนื้อหาสาระที่นักเรียนได้รับและต่อกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำผลที่ได้มาอภิปรายร่วมกับผลการวิจัยในส่วนอื่น ๆ

2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ และวิธีการสร้างแบบสอบถาม

3. จัดทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อเนื้อหาสาระที่นักเรียนได้รับและต่อกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 11 ข้อคำถาม ซึ่งเป็นลักษณะมาตรฐานค่า 5 ระดับ แบ่งเป็น มาก ที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ต่อ 1 คำถาม โดยการแปลผลจะหาได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนน โดยรวมในแต่ละข้อคำถาม เปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินความพึงพอใจซึ่งกำหนดไว้ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายความว่า	มีความพึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายความว่า	มีความพึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายความว่า	มีความพึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายความว่า	มีความพึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	หมายความว่า	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

วิธีการหาคุณภาพแบบสอบถามความพึงพอใจ

เมื่อสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อเนื้อหาสาระที่นักเรียนได้รับและต่อกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยมีการตรวจสอบหาคุณภาพของแบบสอบถามตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษา 2 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบของแบบสอบถามเพื่อหาจุดบกพร่อง

2. จากนั้นแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และนำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยต่อไป

ขั้นตอนในการสร้างแบบสัมภาษณ์ลักษณะกึ่งโครงสร้างเชิงวิชาการและเชิงความคิดเห็น

ในการตรวจสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยประเมินจากแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบจากการสัมภาษณ์เชิงวิชาการโดยใช้แบบสัมภาษณ์ลักษณะกึ่งโครงสร้าง และทำการสัมภาษณ์ความคิดเห็น

ของนักเรียนต่อเนื้อหาสาระและการจัดการเรียนรู้ โดยแบบสัมภาษณ์ดังกล่าวมีขั้นตอนในการสร้างดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดประสงค์ในการสร้างแบบสัมภาษณ์
2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบสัมภาษณ์ โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบสัมภาษณ์ลักษณะกึ่งโครงสร้าง
3. จัดทำแบบสัมภาษณ์ลักษณะกึ่งโครงสร้างเชิงวิชาการ และเชิงความคิดเห็นต่อเนื้อหาสาระและการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามเชิงวิชาการจำนวน 9 ข้อ (หัวข้อเนื้อหาละ 3 ข้อ) และข้อคำถามเชิงความคิดเห็นต่อเนื้อหาสาระและการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 ข้อ

วิธีการหาคุณภาพแบบสัมภาษณ์ลักษณะกึ่งโครงสร้างเชิงวิชาการและเชิงความคิดเห็น

ผู้วิจัยมีการตรวจสอบหาคุณภาพของแบบสัมภาษณ์ดังกล่าว ดังต่อไปนี้

1. นำแบบสัมภาษณ์ลักษณะกึ่งโครงสร้างเชิงวิชาการและเชิงความคิดเห็นที่สร้างขึ้น ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษา 2 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของแบบสัมภาษณ์
2. จากนั้นแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และนำแบบสัมภาษณ์ลักษณะกึ่งโครงสร้างเชิงวิชาการและเชิงความคิดเห็นที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปใช้กับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยจำนวนหนึ่งต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการทดลอง ดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน (pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ ในหัวข้อการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียในหัวข้อการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต จำนวน 4 คาบ คาบละ 50 นาที
3. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียน (posttest) โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียน
4. ทำการวิเคราะห์และปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องถัดไป ตามรูปแบบงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนแบบขดลวด หรือ PAOR (สุวิมล ว่องวานิช. 2557; อ้างอิงจาก Kemmis; & McTaggart. 1988)
5. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียในอีก 2 หัวข้อ คือ เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท และโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท ตามขั้นตอนที่ 1 – 4

6. นำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

7. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ตรวจสอบความพึงพอใจของนักเรียนต่อเนื้อหาสาระที่ได้รับและต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจ

8. ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจและแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง ระบบประสาท ในแต่ละหัวข้อ รวมถึงความคิดเห็นของนักเรียนต่อเนื้อหาสาระที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และลักษณะการจัดการเรียนรู้ด้วยการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาจำนวน 9 คน (30% ของนักเรียนทั้งหมด) ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยสามารถจำแนกเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บผลการสะท้อนได้ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามความพึงพอใจต่อเนื้อหาสาระที่ได้รับ และแบบสัมภาษณ์เชิงวิชาการ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บผลการสะท้อน ได้แก่ บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบสัมภาษณ์เชิงความคิดเห็นต่อเนื้อหาสาระและการจัดการเรียนรู้

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่ ความเหมาะสมของเครื่องมือ ค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ค่าความยาก – ง่าย (p) ค่าอำนาจการจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยการคำนวณจากสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -coefficient) ของ Cronbach

2. วิเคราะห์แนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งวิเคราะห์จากแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง 1) การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต 2) เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท 3) โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท เป็นรายข้อ แล้วจัดกลุ่มความเข้าใจของนักเรียนเป็น 5 กลุ่ม ตามแนวคิดของ Haidar (1997) ดังนี้

(1) แนวคิดวิทยาศาสตร์ (sound understanding: SU) คือ นักเรียนสามารถเลือกตัวเลือกได้ถูกต้องและสามารถอธิบายเหตุผลประกอบการตอบได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน

(2) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (partial understanding: PU) คือ นักเรียนสามารถเลือกคำตอบได้ถูกต้องแต่อาจจะอธิบายเหตุผลถูกต้องบางส่วน หรือเลือกคำตอบได้ถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน

(3) แนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน (partial understanding with specific misunderstanding: PU/SM) คือ นักเรียนเลือกคำตอบได้ถูกต้องแต่การอธิบายเหตุผลไม่

ถูกต้อง หรือนักเรียนเลือกคำตอบไม่ถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลถูกต้อง หรือการอธิบายเหตุผลมีทั้งส่วนที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องปะปนกันอยู่

(4) แนวคิดคลาดเคลื่อน (specific misunderstanding: SM) คือ นักเรียนเลือกคำตอบไม่ถูกต้องและอธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง หรือนักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องแต่ไม่เขียนคำอธิบายการเลือกตอบหรืออธิบายเหตุผลว่าไม่ทราบ จำไม่ได้

(5) ไม่มีแนวคิด (no understanding: NU) คือ นักเรียนไม่เลือกคำตอบและอธิบายเหตุผลว่าไม่ทราบ จำไม่ได้ หรือนักเรียนไม่เลือกคำตอบและไม่อธิบายเหตุผลในข้อนั้น ๆ

จากนั้นนำจำนวนแนวคิดที่ได้มาวิเคราะห์หาความถี่ และค่าร้อยละโดยเฉลี่ยของแนวคิดของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

3. ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท ต่อกิจกรรมการเรียนรู้และต่อเนื้อหาสาระที่ได้รับ จากคะแนนที่ได้จากแบบสอบถาม โดยวิเคราะห์ทางสถิติด้วยค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้

4. ตรวจสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง ระบบประสาท ในแต่ละหัวข้อ รวมถึงตรวจสอบความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ จากคำตอบที่ได้จากการสัมภาษณ์ โดยสรุปออกมาเป็นข้อความ

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 ค่าความยาก – ง่าย (p) และค่าอำนาจการจำแนก (r) ของแบบวัดแนวคิด วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งวิเคราะห์เป็นรายข้อ และใช้เทคนิค 50% ตามสูตรดังนี้

$$p = \frac{p_H + p_L}{2}$$

$$r = p_H - p_L$$

เมื่อ	p	หมายถึง	ค่าความยาก – ง่าย
	r	หมายถึง	ค่าอำนาจในการจำแนก
	p_H	หมายถึง	$\frac{\text{จำนวนนักเรียนที่ตอบคำถามถูกในกลุ่มสูง}}{\text{จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง}}$
	p_L	หมายถึง	$\frac{\text{จำนวนนักเรียนที่ตอบคำถามถูกในกลุ่มต่ำ}}{\text{จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ}}$

5.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยการคำนวณจากสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -coefficient) ของ Cronbach

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ	α	หมายถึง	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	หมายถึง	จำนวนข้อสอบ
	s_i^2	หมายถึง	ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบแต่ละข้อ
	s_t^2	หมายถึง	ค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมดแบบสอบถาม

ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

จริยธรรมของการวิจัย

เนื่องจากการวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่มีกลุ่มที่ศึกษาเป็นมนุษย์ซึ่งจำเป็นต้องให้ความสำคัญระดับระวังและมีความรอบคอบในการดำเนินการวิจัย เพื่อให้ส่งผลกระทบต่อกลุ่มที่ศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ขอจริยธรรมในมนุษย์ ซึ่งได้รับการยกเว้นการรับรอง (รหัสโครงการวิจัย 288/59x ในภาคผนวกหน้า 89) และได้รับความยินยอมจากผู้อำนวยการโรงเรียน รวมถึงนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาก่อนการทำวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยก่อนการดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้แจ้งให้นักเรียนและผู้ปกครองของนักเรียนได้ทราบถึงวัตถุประสงค์ในการวิจัย ขั้นตอนต่าง ๆ ในการดำเนินงานวิจัย ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และเก็บข้อมูล รวมทั้งได้แจ้งชื่อ – นามสกุล เบอร์โทรศัพท์ และอีเมลของผู้วิจัยสำหรับติดต่อสอบถามในกรณีมีข้อสงสัยต่าง ๆ เกี่ยวกับงานวิจัย นอกจากนี้ผู้วิจัยต้องขอสงวนชื่อของโรงเรียนและชื่อของนักเรียนเป็นความลับ โดยจะใช้รหัสแทนชื่อของนักเรียนในการรายงานผลการวิจัย ทั้งนี้เพื่อมิให้เกิดผลกระทบต่อโรงเรียนและนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาในภายหลัง

บทที่ 4

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท จากการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ และศึกษาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการที่หลากหลาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์
แบบสอบถามความพึงพอใจ และแบบสัมภาษณ์
2. การค้นหาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท
3. การตรวจสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์

1. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามความพึงพอใจ และแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย มีจำนวน 3 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้หัวข้อการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต หัวข้อเซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท และหัวข้อโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท ซึ่งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นการสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล โดยมีการใช้สื่อมัลติมีเดียในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านศึกษาศาสตร์จำนวน 2 ท่านตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน โดยรวมมีความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากในทุก ๆ ด้านที่ประเมิน ยกเว้นด้านความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินให้ค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และด้านความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้

เหมาะสมกับเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินให้ค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (ภาคผนวก ค)

สำหรับความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน เมื่อได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านศึกษาศาสตร์จำนวน 2 ท่าน พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าตั้งแต่ 0.8 ขึ้นไปในทุก ๆ หัวข้อการประเมิน (ภาคผนวก ค)

นอกจากนี้ ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้หัวข้อการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต ผู้เชี่ยวชาญแนะนำว่า ในขั้นสร้างความสนใจควรปรับใช้กิจกรรมอื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่เนื้อหาการรับรู้และการตอบสนอง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขขั้นตอนดังกล่าว โดยจัดให้มีกิจกรรมที่หลากหลาย มีการตั้งคำถามเพื่อสร้างกระตุ้นความสงสัยและความสนใจของนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาดังกล่าว รวมถึงระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ที่ค่อนข้างใช้เวลานาน ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละแผนให้น้อยลงตามความเหมาะสม ในด้านภาษา ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ตรวจสอบภาษาบางตำแหน่งที่อาจส่งผลให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน รวมถึงแก้ไขคำที่สะกดผิด ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขโดยตรวจสอบภาษาที่ใช้ให้มีความถูกต้องและชัดเจนที่สุด นอกจากนี้ในด้านการใช้สื่อมัลติมีเดีย ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้คำแนะนำระหว่างเรียนแก่นักเรียน ผู้วิจัยจึงได้ปฏิบัติตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1.2 แบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาท ซึ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก พร้อมให้เหตุผลประกอบการเลือกตอบ จำนวน 45 ข้อ แบ่งเป็นหัวข้อละ 15 ข้อ โดยมีการวิเคราะห์ข้อสอบ ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4 วิเคราะห์ข้อสอบ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ว่าจะได้รับ	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ด้านพุทธิพิสัย			รวม
			ความรู้/ ความจำ	ความ เข้าใจ	นำไปใช้	
สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและสรุป เกี่ยวกับ การทำงานของระบบ ประสาท	การรับรู้และการ ตอบสนองของ สิ่งมีชีวิต	1. อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิต	6	3	-	15
		2. เปรียบเทียบวิธีการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง	4	2	-	
	เซลล์ประสาทและ การทำงานของ เซลล์ประสาท	1. อธิบายโครงสร้างของเซลล์ประสาท	1	1	-	15
		2. จำแนกชนิดของเซลล์ประสาทตามโครงสร้างและตามหน้าที่	2	-	-	
โครงสร้างและการ ทำงานของระบบ ประสาท	เซลล์ประสาทและ การทำงานของ เซลล์ประสาท	3. อธิบายการเกิดและการเคลื่อนที่ของของกระแสประสาท รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท	3	3	1	
		4. อธิบายการถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างเซลล์ประสาท	-	4	-	
	โครงสร้างและการ ทำงานของระบบ ประสาท	1. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่สำคัญของสมองและไขสันหลัง	5	-	2	15
		2. อธิบายชนิดและหน้าที่ของเส้นประสาทสมองและเส้นประสาท ไขสันหลัง	2	-	-	
		3. เปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาทโสมมาติกและระบบ ประสาทอัตโนมัติ	1	4	1	

เมื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านศึกษาศาสตร์จำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหาต่อจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ที่ 0.4 – 1 และมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญให้มีการปรับปรุงด้านภาษาที่ใช้ในคำถามบางข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญแนะนำว่าควรมีการเขียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษกำกับในคำศัพท์ที่มีความเฉพาะ และควรปรับภาษาของตัวเลือกบางข้อ เนื่องจากมีความกำกวมมากเกินไป รวมถึงปรับปรุงแก้ไขระดับพฤติกรรมของข้อคำถามบางข้อให้เหมาะสมและถูกต้อง จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.6 ขึ้นไป และปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำข้อสอบเหล่านี้ไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษาจริง ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเดียวกับกลุ่มที่ศึกษา จำนวน 40 คน

หลังจากนำข้อสอบที่ได้รับการคัดเลือกและปรับปรุงไปใช้กับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษาจริงเพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความยาก – ง่าย (p) ค่าอำนาจการจำแนก (r) พบว่าข้อสอบแต่ละข้อมีค่าความยาก – ง่ายอยู่ระหว่าง 0.25 – 0.78 และมีค่าอำนาจการจำแนกอยู่ระหว่าง 0.10 – 0.55 จากนั้นผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก – ง่ายอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 และมีค่าอำนาจการจำแนกมากกว่า 0.2 มาทั้งหมด 30 ข้อ โดยจัดแบ่งเป็นแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ชุด ชุดละ 10 ข้อ จากนั้นนำข้อสอบที่คัดเลือกแล้วไปใช้กับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา (ภาคผนวก จ)

หลังจากทำการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบทดสอบวัดวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ชุด ด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach พบว่า แบบทดสอบหัวข้อการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต หัวข้อเซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท และหัวข้อโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท มีค่าเท่ากับ 0.576, 0.595 และ 0.566 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.5 ตามที่กำหนดไว้

ตาราง 5 จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นและใช้จริง

หัวข้อของแผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ				นำมาใช้จริง
	สร้างขึ้นทั้งหมด	หลังจากผู้เชี่ยวชาญตรวจ	หลังปรับปรุงและทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา	หลังทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา	
การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต	15	15	15	10	10
เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท	15	14	14	10	10
โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท	15	14	14	10	10

1.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ

ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย จำนวน 11 ข้อคำถาม ซึ่งเป็นลักษณะมาตราประมาณค่า 5 ระดับ เมื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านศึกษาศาสตร์จำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถามของแบบสอบถามเพื่อหาจุดบกพร่อง พบว่า แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียทุกข้อคำถาม มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในงานวิจัยได้ (ภาคผนวก ค)

1.4 แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

ผู้วิจัยสร้างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเชิงวิชาการและเชิงความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย ซึ่งประกอบด้วยคำถามเชิงวิชาการจำนวน 9 ข้อ ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละหัวข้อ ทั้ง 3 หัวข้อ และคำถามเชิงความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 ข้อ เมื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านศึกษาศาสตร์จำนวน

2 ท่านตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม พบว่า คำถามที่ใช้สัมภาษณ์ทุกข้อคำถามมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในงานวิจัยได้

นอกจากนี้ ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะให้มีการปรับแก้ไขภาษาของคำถามบางข้อ เพื่อให้ถามได้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และตรงประเด็นยิ่งขึ้น รวมถึงแนะนำให้ผู้วิจัยทำการชี้แจงจุดประสงค์ของการสัมภาษณ์ และขั้นตอนในการสัมภาษณ์ให้นักเรียนทราบก่อนทำการสัมภาษณ์ จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแบบสัมภาษณ์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปสัมภาษณ์นักเรียน ซึ่งรายละเอียดและขั้นตอนในการสัมภาษณ์เป็นดังนี้

1.4.1 ผู้วิจัยชี้แจงจุดประสงค์ของการสัมภาษณ์ ขั้นตอนในการสัมภาษณ์ รวมถึงการแจ้งให้นักเรียนทราบว่า ผู้วิจัยจะปกปิดข้อมูลของนักเรียนที่เข้ารับการสัมภาษณ์ทั้งหมด โดยจะใช้นามสมมติแทนชื่อจริงในการรายงานผลการสัมภาษณ์ในงานวิจัย

1.4.2 เริ่มการสัมภาษณ์ด้วยคำถามเชิงวิชาการจำนวน 9 คำถาม โดยแต่ละคำถามอ้างอิงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ดังต่อไปนี้

(1) อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต

“จงบอกโครงสร้างที่ใช้ในการรับรู้และการตอบสนองของพารามีเซียม ไชตรา ดาวทะเล ไส้เดือนดิน แมลง หอย และคน ตามลำดับ”

(2) เปรียบเทียบวิธีการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง

“สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น ไชตรา ดาวทะเล พลานาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง มีวิธีการรับรู้และการตอบสนองเหมือนหรือต่างกันอย่างไร”

(3) อธิบายโครงสร้างของเซลล์ประสาท

“เซลล์ประสาทมีส่วนประกอบอะไรบ้าง และแต่ละส่วนทำหน้าที่อย่างไร”

(4) จำแนกชนิดของเซลล์ประสาทตามโครงสร้างและตามหน้าที่

“หากจำแนกชนิดของเซลล์ประสาทตามโครงสร้างและตามหน้าที่ จะจำแนกได้แบบละกี่ชนิด อะไรบ้าง”

(5) อธิบายการเกิดและการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทรวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท

“การเกิดกระแสประสาทมีกระบวนการหรือกลไกในการเกิดอย่างไร จงอธิบายอย่างคร่าว ๆ ”

(6) อธิบายการถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างเซลล์ประสาท

“การถ่ายทอดกระแสประสาทจากเซลล์ประสาทหนึ่งไปยังเซลล์ประสาทอีกเซลล์หนึ่งมีกลไกอย่างไร จงอธิบายอย่างคร่าว ๆ ”

(7) อธิบายโครงสร้างและหน้าที่สำคัญของสมองและไขสันหลัง
“ระบบประสาทส่วนกลางของมนุษย์ประกอบด้วยอะไรบ้าง และมีหน้าที่สำคัญอย่างไร”

(8) อธิบายชนิดและหน้าที่ของเส้นประสาทสมองและเส้นประสาทไขสันหลัง
“ระบบประสาทรอบนอกของมนุษย์ประกอบด้วยอะไรบ้างและมีหน้าที่สำคัญอย่างไร”

(9) เปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติ
“การสั่งการของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร”

1.4.3 การสัมภาษณ์เชิงความคิดเห็นจำนวน 4 คำถาม ดังนี้

(1) ตรวจสอบความน่าสนใจของกิจกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้คำถามว่า

“นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนรู้ในรูปแบบนี้น่าสนใจหรือไม่”

(2) การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียกับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย การจัดการเรียนรู้แบบใดทำให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ดีกว่ากัน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้คำถามว่า

“นักเรียนคิดว่าการจัดการเรียนรู้แบบนี้กระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ อยากค้นหาคำตอบด้วยตนเอง มากกว่าการเรียนรู้แบบบรรยายหรือไม่”

(3) การเปรียบเทียบการเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียกับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย การเรียนรู้แบบใดที่นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและฝึกการทำงานร่วมกันมากกว่ากัน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้คำถามว่า

“นักเรียนคิดว่าการเรียนแบบนี้ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนและทำงานร่วมกันมากขึ้นกว่าการเรียนรู้แบบบรรยายหรือไม่”

(4) ตรวจสอบความต้องการของนักเรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียกับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย ผู้วิจัยจึงเลือกใช้คำถามว่า

“นักเรียนอยากให้การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนมีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียแทนการเรียนรู้แบบบรรยายหรือไม่ เพราะอะไร”

1.4.4 เมื่อเสร็จสิ้นการสัมภาษณ์ ครูกล่าวขอบคุณนักเรียนที่เข้าร่วมการสัมภาษณ์ครั้งนี้

2. การค้นหาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งหัวข้อในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท ออกเป็น 3 หัวข้อ หรือ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ 1) การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต 2) เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท และ 3) โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท ใช้เวลาทั้งสิ้น 14 คาบเรียน โดยมีการใช้สื่อมัลติมีเดียในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ และมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1: ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ครูนำเข้าสู่บทเรียนหรือนำเข้าสู่เรื่องที่สนใจ โดยอาจเริ่มจากความสนใจของตัวผู้เรียนเอง หรืออาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย ซึ่งเรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้อแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม หรือครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน

ขั้นที่ 2: ขั้นการสำรวจและค้นหา เป็นขั้นที่มีการสำรวจค้นคว้า ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ

ขั้นที่ 3: ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผลสรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

ขั้นที่ 4: ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์อื่น ๆ

ขั้นที่ 5: ขั้นประเมินผล เป็นขั้นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้ะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด

การดำเนินการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ เป็นรูปแบบงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการอ้างอิงจากวงจรการวิจัยแบบขดลวด หรือ PAOR (สุวิมล ว่องวานิช. 2557; อ้างอิงจาก Kemmis; & Mctaggart. 1988) โดยแบ่งขั้นตอนการวิจัยได้เป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวางแผน 2) การปฏิบัติ 3) การสังเกต และ 4) การสะท้อนผล นั่นคือ ก่อนเริ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้วางแผนและออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบไว้อย่างละเอียด จากนั้นลงมือปฏิบัติตามแผนที่ได้กำหนดไว้ โดยในระหว่างจัดกิจกรรม จนกระทั่งสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยและผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ได้ร่วมกันอภิปรายและวิเคราะห์ถึงข้อดีและข้อเสีย รวมถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะจัดการเรียนการสอนครั้งนั้น เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อถัดไปให้มีคุณภาพและมีความเหมาะสมมากขึ้น เพื่อให้ได้ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่ดีขึ้น ซึ่งสามารถตรวจสอบการหาแนวทางในการจัดการเรียนการสอน

ได้จากผลสะท้อนของนักเรียน (ผลการสัมภาษณ์) และผู้วิจัยซึ่งเป็นครูผู้สอน (ผลการบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้)

2.1 แนวทางการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต

จากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 (การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต) พบว่า นักเรียนให้ความสนใจต่อการทำกิจกรรมค่อนข้างมาก เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนไม่เคยได้พบมาก่อน ซึ่งแตกต่างจากการเรียนที่เน้นการบรรยายอย่างที่ผ่านมา ดังนั้น นักเรียนจึงมีความกระตือรือร้นและให้ความสนใจในการเรียน ปัญหาที่พบในระหว่างการจัดการเรียนรู้ สามารถแบ่งเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1.1 ในช่วงการทำกิจกรรมการชมสื่อวีดิทัศน์ แล้วให้นักเรียนจดบันทึกแนวคิดว่าทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้จากการดูสื่อวีดิทัศน์ลงในใบกิจกรรม ปัญหาที่พบคือ นักเรียนยังไม่แน่ใจว่าควรจะบันทึกออกมาในรูปแบบไหน หรือควรจะเขียนอย่างไร เนื่องจากนักเรียนไม่เคยทำกิจกรรมรูปแบบนี้มาก่อน

...นักเรียนไม่เข้าใจและมีความสับสนว่าควรจะจดบันทึกแนวคิดว่าทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ดูจากสื่อวีดิทัศน์อย่างไร เนื่องจากไม่เคยทำกิจกรรมรูปแบบนี้มาก่อน ทำให้นักเรียนไม่สามารถจดเป็นแนวคิดว่าทางวิทยาศาสตร์ได้ดีเท่าที่ควร...

(บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้, 15 พ.ย. 2559)

วิธีการแก้ปัญหาคือ ผู้วิจัยอธิบายจุดประสงค์ที่ให้นักเรียนดูสื่อวีดิทัศน์แล้วให้จดบันทึกออกมาในรูปแบบของแนวคิดว่าทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงควรยกตัวอย่างการบันทึกว่านักเรียนสามารถเขียนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเขียนบรรยาย การวาดรูป หรือการวาดรูปพร้อมคำบรรยาย โดยผู้วิจัยเน้นให้นักเรียนทราบว่า ไม่ว่าจะบันทึกออกมาในรูปแบบใดก็ตาม สิ่งที่จดบันทึกควรแสดงให้เห็นถึงแนวคิดว่าทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการดูสื่อวีดิทัศน์

2.1.2 นักเรียนไม่สามารถจดบันทึกแนวคิดว่าทางวิทยาศาสตร์จากสื่อวีดิทัศน์ที่ได้ดูตั้งแต่รอบแรก หรือยังไม่สามารถอธิบายแนวคิดว่าทางวิทยาศาสตร์หลังจากที่ได้ดูสื่อวีดิทัศน์เพียงรอบเดียว

...นักเรียนยังไม่สามารถบันทึกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากวีดิทัศน์ในรอบแรก
ครูจำเป็นต้องเปิดทวนให้นักเรียนดูหลายรอบ...

(บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้, 15 พ.ย. 2559)

วิธีการแก้ปัญหาคือ ผู้วิจัยควรเปิดสื่อวีดิทัศน์ให้นักเรียนดูอย่างน้อย 2 - 3 รอบ โดยรอบแรกผู้วิจัยให้นักเรียนดูรอบเดียวจนจบ จากนั้นผู้วิจัยจะใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดการตั้งคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่อยู่ในสื่อวีดิทัศน์ จากนั้นผู้วิจัยเปิดสื่อวีดิทัศน์อีกครั้ง โดยในรอบนี้ผู้วิจัยจะฉายสื่อวีดิทัศน์เป็นช่วง ๆ ร่วมกับการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดและค้นหาคำตอบจากสื่อวีดิทัศน์ เพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของเรื่องนั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น และเป็นการตรวจสอบแนวคิดของนักเรียนว่าเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์หรือไม่

2.2 แนวทางการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อเซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท

เมื่อเข้าสู่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 (เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท) ปัญหาที่กล่าวในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ในประเด็นการบันทึกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการชมสื่อวีดิทัศน์ได้นำมาปรับปรุงแก้ไขและเห็นผลเป็นอย่างดี นั่นคือ นักเรียนเกิดความเข้าใจ จนสามารถจดบันทึกเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เกิดจากการดูสื่อวีดิทัศน์ ส่วนในประเด็นจำนวนและขั้นตอนในการเปิดสื่อวีดิทัศน์ได้นำมาปรับปรุงแก้ไขและเห็นผลเป็นอย่างดี นั่นคือ ควรเปิดสื่อวีดิทัศน์อย่างน้อย 2 - 3 รอบ โดยในรอบแรกเปิดตั้งแต่ต้นจนจบไม่หยุด แล้วในรอบที่ 2 - 3 มีการฉายเป็นช่วง ๆ ร่วมกับการใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน พบว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามที่ผู้วิจัยได้ตั้งคำถามให้นักเรียนคิด แล้วสามารถจดบันทึกเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการชมวีดิทัศน์และเชื่อมโยงกับคำถามเหล่านั้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนเกิดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

สำหรับปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 จะเป็นเรื่องเนื้อหาสาระของหัวข้อนี้ที่ค่อนข้างเป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า มีความซับซ้อน และมีคำศัพท์เฉพาะที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาค่อนข้างมาก โดยผู้วิจัยได้สอบถามนักเรียน ซึ่งได้ลงความเห็นกันว่าเนื้อหาเรื่องนี้ค่อนข้างยากกว่าเรื่องที่แล้ว และมีคำศัพท์เฉพาะที่นักเรียนไม่รู้จัก จึงทำให้นักเรียนไม่ค่อยเข้าใจ โดยเฉพาะเรื่องการทำงานของระบบประสาท ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ประสาทเพื่อกระตุ้นให้เกิดกระแสประสาท

...จากการสอบถามจากนักเรียนทำให้ทราบว่า เนื้อหาเรื่องนี้ค่อนข้างยากกว่าเรื่องที่แล้ว และมีคำศัพท์เฉพาะที่นักเรียนไม่รู้จัก จึงทำให้นักเรียนไม่ค่อยเข้าใจ โดยเฉพาะเรื่องการทำงานของระบบประสาท ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ประสาทเพื่อกระตุ้นให้เกิดกระแสประสาท...

(บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้, 29 พ.ย. 2559)

วิธีแก้ไขคือ ผู้วิจัยได้ปรับรูปแบบการจัดบันทึก โดยให้นักเรียนบันทึกคำศัพท์เฉพาะที่นักเรียนได้ดูจากสื่อวีดิทัศน์ จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความหมายของคำศัพท์เฉพาะเหล่านั้นร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในคำศัพท์เฉพาะที่อยู่ในเนื้อหาและเกิดเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยจะนำสื่อวีดิทัศน์มาเสริมเข้าไปในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยสื่อวีดิทัศน์เหล่านี้เป็นเหมือนการจำลองโครงสร้างของเซลล์ประสาท การส่งกระแสประสาท รวมถึงการถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างเซลล์ประสาท ซึ่งมีภาพเคลื่อนไหวและเสียงที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของเนื้อหาสาระเรื่องนี้มากยิ่งขึ้น โดยสามารถตรวจสอบความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ได้จากการสัมภาษณ์เชิงความคิดเห็น ดังนี้

ผู้วิจัย: นักเรียนอยากให้การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน มีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียแทนการเรียนแบบบรรยายหรือไม่ เพราะอะไร

นร. 9: ผมชอบดูวิดีโอนะ ทำให้ผมเห็นภาพ และเข้าใจมากขึ้นครับ

นร. 3: อยากค่ะ เพราะบางที่เหมือนในวิดีโอทำให้เราเห็นภาพชัดกว่า เข้าใจได้ดีขึ้นมากเลยคะ

นร. 4: ก็ดีเลยนะคะ เพราะ มันช่วยกระตุ้นความสนใจดีคะ ดีกว่ามานั่งสอนอย่างเดียวคะ

(การสัมภาษณ์เชิงความคิดเห็น, 28 ธ.ค. 2559)

นอกจากนี้ ผู้วิจัยให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่มและทำงานร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น รับฟังความคิดของผู้อื่น และช่วยกันในการตรวจสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์

2.3 แนวทางการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท

สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 (โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท) ปัญหาที่กล่าวในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในประเด็นการบันทึกคำศัพท์เฉพาะที่นักเรียนได้ดูจาก

สื่อวีดิทัศน์ แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความหมายของคำศัพท์เฉพาะเหล่านั้นร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม ได้นำมาปรับปรุงแก้ไขและเห็นผลเป็นอย่งดี นั่นคือ นักเรียนมีความเข้าใจความหมายของคำศัพท์เฉพาะ ทำให้สามารถต่อยอดความรู้ในการอธิบายกระบวนการต่าง ๆ ในเรื่องการทำงานของระบบประสาทได้ดีขึ้น ส่งเสริมการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้มากยิ่งขึ้น

สำหรับปัญหาที่พบก็คือ เนื้อหาในหัวข้อนี้มีรายละเอียดสำคัญค่อนข้างมาก วิธีแก้ไขคือ ผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อวีดิทัศน์ในชั้นสร้างความสนใจ เพื่อให้ นักเรียนได้เห็นภาพรวมของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในหัวข้อนี้ทั้งหมดก่อน และเมื่อถึงขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป ผู้วิจัยจะเปิดสื่อวีดิทัศน์อีกรอบเพื่อใช้ในการอธิบายร่วมกันทั้งชั้นเรียน นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ปรับกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกับการทำกิจกรรม ซึ่งเรียกว่ากิจกรรมฐาน โดยในแต่ละฐานจะมีใบความรู้ที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษา ช่วยกันอธิบาย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความรู้ของนักเรียน โดยการให้ออกมานำเสนอ หน้าชั้นเรียน พบว่า นักเรียนทุกกลุ่มได้รับความรู้ และสามารถตอบคำถามในใบงานได้เป็นอย่างดี

...สำหรับเนื้อหาที่มีรายละเอียดค่อนข้างมาก ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมในชั้นเรียนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหานั้น ๆ โดยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนได้รับความรู้ และเกิดความสนุกสนานทำกิจกรรม...

(บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้, 20 ธ.ค. 2559)

ดังนั้น จากข้อมูลเกี่ยวกับการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ข้างต้น เป็นการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ระหว่างทำการวิจัยและหลังจากจบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้ดีขึ้นและมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับนักเรียนมากขึ้น สรุปไว้ในตาราง 6 ดังนี้

ตาราง 6 การปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ	วิธีการแก้ปัญหา
การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต	นักเรียนไม่เคยทำกิจกรรมรูปแบบนี้มาก่อน จึงทำให้ไม่รู้ว่าควรจะบันทึกจากสื่อที่ดูออกมาในรูปแบบไหน หรือควรเขียนอย่างไร	ครูควรอธิบายจุดประสงค์ที่ให้นักเรียนดูสื่อวิดิทัศน์แล้วให้จดบันทึกออกมาในรูปแบบของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงควรยกตัวอย่างการบันทึกว่านักเรียนสามารถเขียนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเขียนบรรยาย การวาดรูป หรือการวาดรูปพร้อมคำบรรยาย โดยผู้วิจัยเน้นให้นักเรียนทราบว่า ไม่ว่าจะบันทึกออกมาในรูปแบบใดก็ตาม สิ่งที่จดบันทึกควรแสดงให้เห็นถึง แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการดูสื่อวิดิทัศน์
	นักเรียนไม่สามารถจดบันทึกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากสื่อวิดิทัศน์ที่ได้ดูตั้งแต่รอบแรกหรือยังไม่สามารถอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังจากที่ได้ดูสื่อวิดิทัศน์เพียงรอบเดียว	ควรเปิดสื่อวิดิทัศน์ให้นักเรียนดูอย่างน้อย 2 - 3 รอบ โดยรอบแรกให้นักเรียนดูรอบเดียวจนจบ จากนั้นครูจะใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดการตั้งคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่อยู่ในสื่อวิดิทัศน์ จากนั้นครูเปิดสื่อวิดิทัศน์อีกครั้ง โดยในรอบนี้ครูจะฉายสื่อวิดิทัศน์เป็นช่วง ๆ ร่วมกับการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดและค้นหาคำตอบจากสื่อวิดิทัศน์ เพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของเรื่องนั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น และเป็นการตรวจสอบแนวคิดของนักเรียนว่าเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

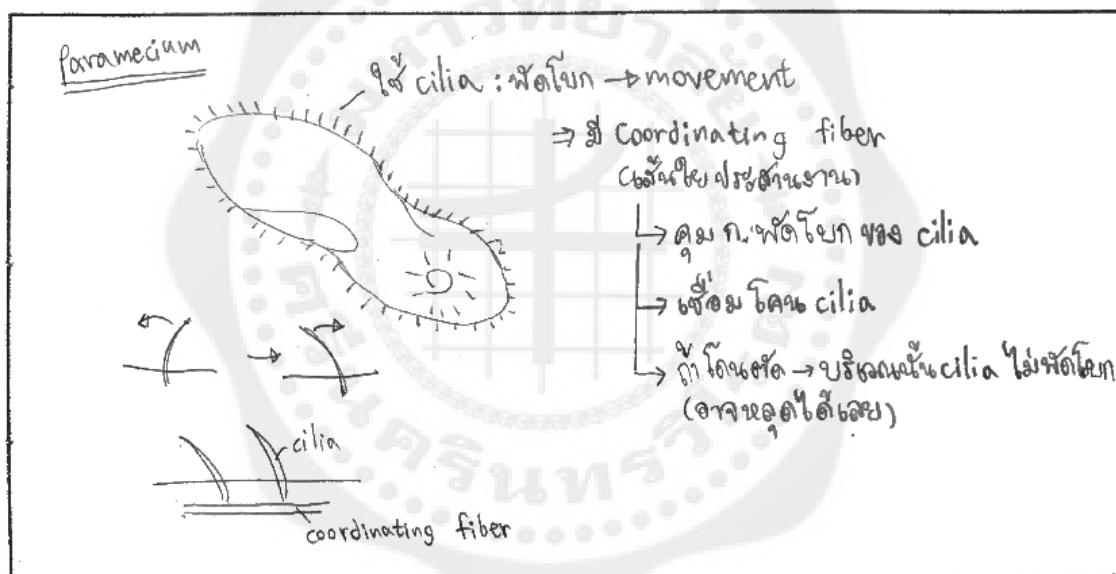
ตาราง 6 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ	วิธีการแก้ปัญหา
เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท	เนื้อหาสาระเป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า มีความซับซ้อน และมีคำศัพท์เฉพาะที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาค่อนข้างมาก จึงทำให้นักเรียนเกิดความไม่เข้าใจ โดยเฉพาะเรื่องการทำงานของระบบประสาท	- ให้นักเรียนบันทึกคำศัพท์เฉพาะที่นักเรียนได้ดูจากสื่อวีดิทัศน์ จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความหมายของคำศัพท์เฉพาะร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในคำศัพท์เฉพาะที่อยู่ในเนื้อหาและเกิดเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น - ครูนำสื่อวีดิทัศน์มาเสริมเข้าไปในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของเนื้อหาสาระเรื่องนี้มากยิ่งขึ้น - ให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่มและทำงานร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น รับฟังความคิดของผู้อื่น และช่วยกันในการตรวจสอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท	เนื้อหา มีรายละเอียดที่สำคัญค่อนข้างมาก	- ใช้สื่อวีดิทัศน์ในชั้นสร้างความสนใจเพื่อให้นักเรียนได้เห็นภาพรวมของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในหัวข้อนี้ทั้งหมดก่อน และในชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป ครูจะเปิดสื่อวีดิทัศน์อีกรอบเพื่อใช้ในการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน - จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกับการทำกิจกรรม ช่วยกันอภิปราย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน

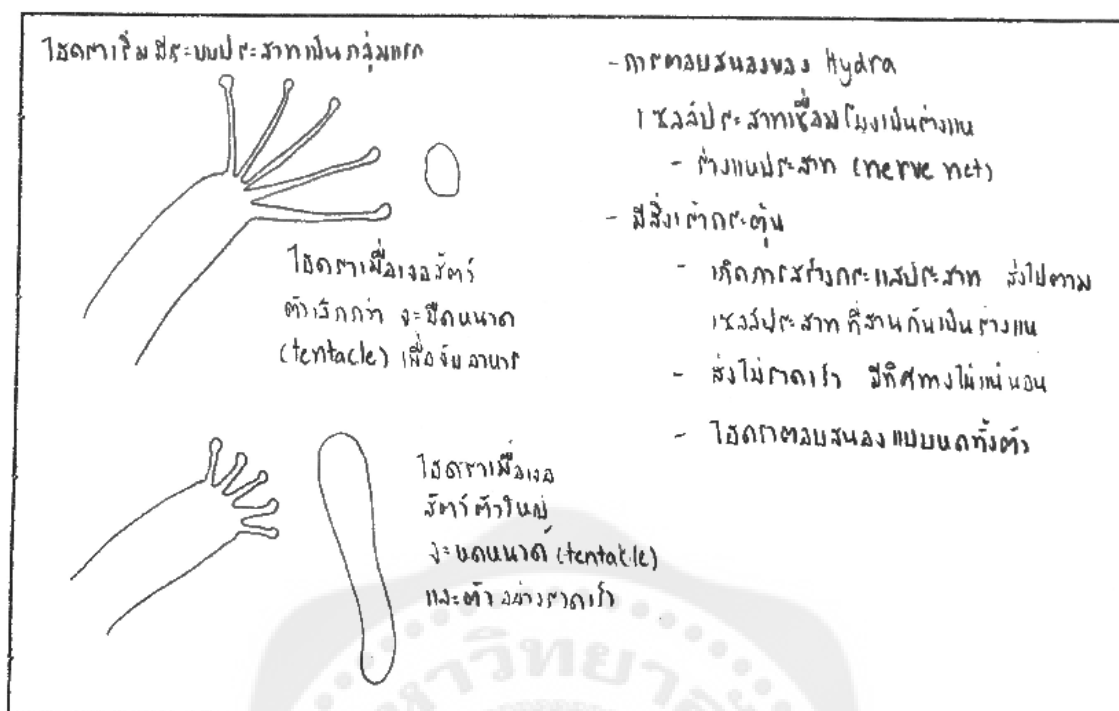
2.4 แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท

จากการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ ทำให้ผู้วิจัยได้รับผลสะท้อนทั้งจากนักเรียน และจากผู้วิจัยเอง จนนำไปสู่การค้นพบแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท เพื่อนำไปปรับใช้ในการพัฒนาแนวคิด วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

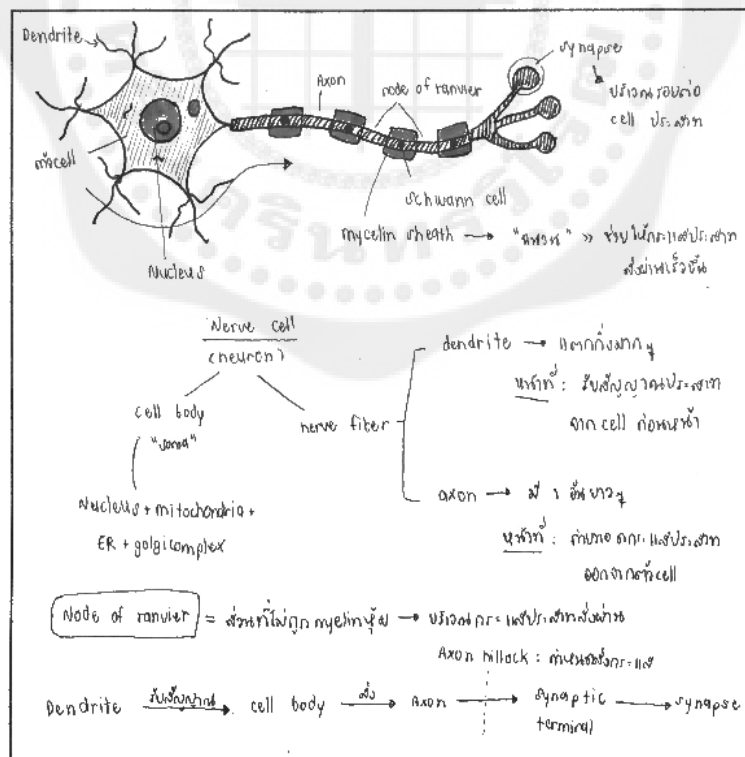
2.4.1 ควรให้นักเรียนมีการบันทึกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการดูสื่อ วิทัศน์ซึ่งจัดเป็นสื่อมัลติมีเดียอย่างหนึ่ง การบันทึกจะช่วยให้นักเรียนได้ประมวลความรู้ แล้วนำมา เขียนเป็นความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในรูปแบบต่าง ๆ ส่งผลต่อการพัฒนาเป็นแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถบันทึกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ ดังแสดงใน ภาพประกอบ 2 – 5



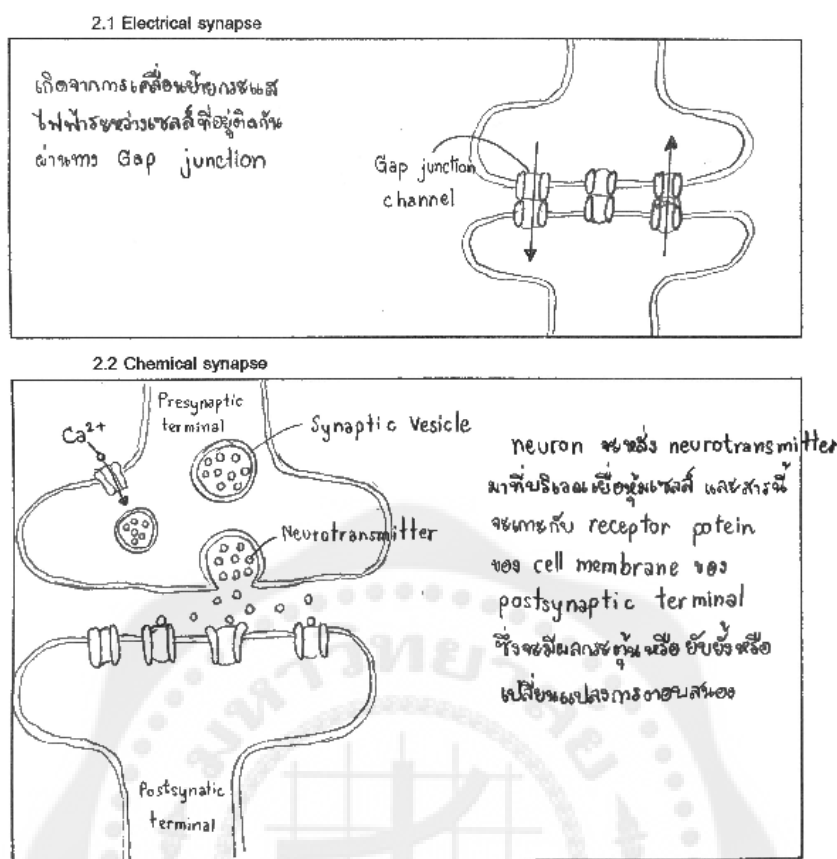
ภาพประกอบ 2 นักเรียนจดบันทึกจากสื่อวิทัศน์ เรื่อง การรับรู้และตอบสนองของพารามีเซียม



ภาพประกอบ 3 นักเรียนจดบันทึกจากสื่อวีดิทัศน์ เรื่อง การรับรู้และตอบสนองของไฮดรา



ภาพประกอบ 4 นักเรียนจดบันทึกจากสื่อวีดิทัศน์ เรื่อง โครงสร้างของเซลล์ประสาท



ภาพประกอบ 5 นักเรียนจดบันทึกจากสื่อวีดิทัศน์ เรื่อง การถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างเซลล์ประสาท

2.4.2 ครูควรเปิดสื่อวีดิทัศน์ให้นักเรียนดูอย่างน้อย 2 - 3 รอบรวมกับการใช้คำถามกระตุ้นความคิด โดยในรอบแรกควรเปิดให้นักเรียนดูรอบเดียวจนจบเพื่อให้นักเรียนได้เห็นภาพรวมของแนวคิดหัวข้อนี้ก่อน ครูควรใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดการตั้งคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่อยู่ในสื่อวีดิทัศน์ จากนั้นครูเปิดสื่อวีดิทัศน์อีกครั้ง โดยในรอบนี้ครูจะฉายสื่อวีดิทัศน์เป็นช่วง ๆ ร่วมกับการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดและค้นหาคำตอบจากสื่อวีดิทัศน์ เพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของเรื่องนั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น และเป็นการตรวจสอบแนวคิดของนักเรียนว่าเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

2.4.3 สำหรับเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรม มีความซับซ้อน และมีคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการอธิบายกระบวนการต่างๆ ครูควรให้นักเรียนบันทึกคำศัพท์เฉพาะที่นักเรียนได้ดูจากสื่อวีดิทัศน์ จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความหมายของคำศัพท์เฉพาะเหล่านั้นร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในคำศัพท์เฉพาะ จนสามารถอธิบายและเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาสาระ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น

2.4.4 สื่อวีดิทัศน์สามารถนำมาใช้ได้ในทุกชั้นของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยในงานวิจัยนี้ได้นำสื่อวีดิทัศน์เข้ามาใช้ในขั้นการสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นคว้า และขั้นขยายความรู้ แล้วให้นักเรียนทำการจดบันทึกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการดูสื่อวีดิทัศน์ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น

3. การตรวจสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์

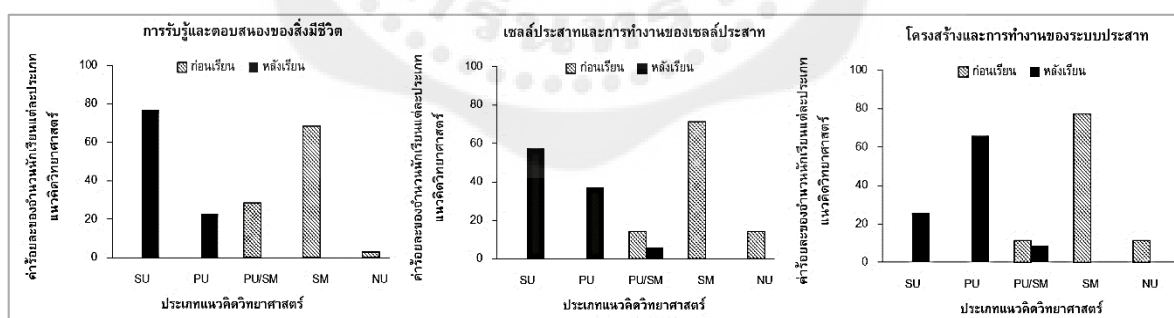
ในการศึกษาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท โดยการนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนเป็น 5 กลุ่มตามแนวคิดของ Haidar (1997) จากนั้นหาความถี่และร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มแนวคิด ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล (ตาราง 7) พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ทั้ง 3 หัวข้อ ได้แก่ การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต (ร้อยละ 68.57) เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท (ร้อยละ 71.42) และโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท (ร้อยละ 77.14)

หลังจากจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย พบว่านักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทั้ง 3 หัวข้อ โดยหัวข้อการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต (ตาราง 7 และภาพประกอบ 6) พบว่า นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (SU) และมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) มากขึ้น ซึ่งมีจำนวน 27 คน (ร้อยละ 77.14) และ 8 คน (ร้อยละ 22.86) ตามลำดับ และไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน (PU/SM) แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และไม่มีแนวคิด (NU) ในหัวข้อเซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท พบว่านักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (SU) มากที่สุด จำนวน 20 คน (ร้อยละ 57.14) รองลงมาคือ มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) จำนวน 13 คน (ร้อยละ 37.14) มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน (PU/SM) จำนวน 2 คน (ร้อยละ 5.72) และไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และไม่มีแนวคิด (NU) สำหรับหัวข้อโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) มากที่สุด จำนวน 23 คน (ร้อยละ 65.72) รองลงมาคือ มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้อง (SU) จำนวน 9 คน (ร้อยละ 25.71) และมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน (PU/SM) จำนวน 3 คน (ร้อยละ 8.57) และไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และไม่มีแนวคิด (NU)

ตาราง 7 จำนวนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย จำแนกตามประเภทแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาท

หัวข้อแนวคิด	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ) แต่ละประเภทแนวคิดวิทยาศาสตร์*									
	SU		PU		PU/SM		SM		NU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต	0	27 (77.14)	0	8 (22.86)	10 (28.57)	0	24 (68.57)	0	1 (2.86)	0
เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท	0	20 (57.14)	0	13 (37.14)	5 (14.29)	2 (5.72)	25 (71.42)	0	5 (14.29)	0
โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท	0	9 (25.71)	0	23 (65.72)	4 (11.43)	3 (8.57)	27 (77.14)	0	4 (11.43)	0

*SU หมายถึง แนวคิดวิทยาศาสตร์ PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน PU/SM หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน และ NU หมายถึง ไม่มีแนวคิด



ภาพประกอบ 6 เปรียบเทียบจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย จำแนกตามประเภทแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาท

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้พบว่า เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อ การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต นักเรียนทุกคนมีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น (ภาพประกอบ 7) ซึ่งผู้วิจัยพบข้อสังเกตต่าง ๆ ดังนี้

(1) มีนักเรียน 2 คน (คนที่ 7 และ 26) มีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น 1 ระดับ จากแนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน (PU/SM) เป็นแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU)

(2) มีนักเรียน 1 คน (คนที่ 20) มีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น 3 ระดับ จากไม่มีแนวคิด (NU) เป็นแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU)

(3) หลังการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดต่ำกว่าแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU)

ในหัวข้อเซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท นักเรียนทุกคนมีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ (ภาพประกอบ 8) ซึ่งผู้วิจัยพบข้อสังเกตต่าง ๆ ดังนี้

(1) มีนักเรียน 1 คน (คนที่ 29) มีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น 1 ระดับ จากแนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน (PU/SM) เป็นแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU)

(2) มีนักเรียน 2 คน (คนที่ 20 และ 26) มีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น 3 ระดับ จากไม่มีแนวคิด (NU) เป็นแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) และมีนักเรียน 1 คน (คนที่ 35) มีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น 4 ระดับ จากไม่มีแนวคิด (NU) เป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ (SU)

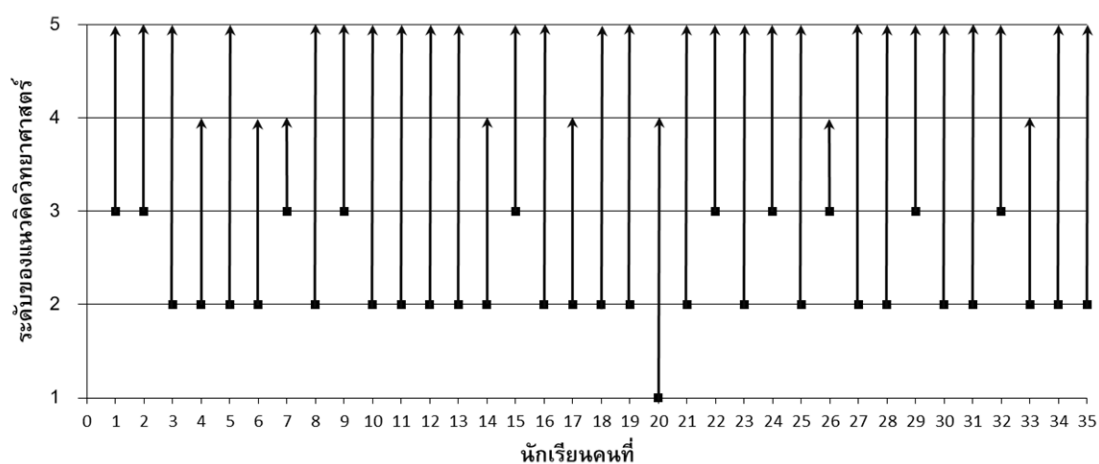
(3) หลังการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนที่มีแนวคิดต่ำกว่าแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) จำนวน 2 คน (คนที่ 6 และ 14) ซึ่งเปลี่ยนแปลงจากไม่มีแนวคิด (NU) เป็นแนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน (PU/SM)

ในหัวข้อโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท นักเรียนทุกคนมีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ (ภาพประกอบ 9) ซึ่งผู้วิจัยพบข้อสังเกตต่าง ๆ ดังนี้

(1) มีนักเรียน 1 คน (คนที่ 29) มีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น 1 ระดับ จากแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) เป็นแนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน (PU/SM)

(2) มีนักเรียน 2 คน (คนที่ 26 และ 33) มีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น 3 ระดับ จากไม่มีแนวคิด (NU) เป็นแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU)

(3) หลังการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนที่มีแนวคิดต่ำกว่าแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) จำนวน 3 คน โดยนักเรียนคนที่ 14 และ 20 เปลี่ยนแปลงจากไม่มีแนวคิด (NU) เป็นแนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน (PU/SM) ส่วนนักเรียนคนที่ 29 เปลี่ยนแปลงจากแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) เป็นแนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน (PU/SM)



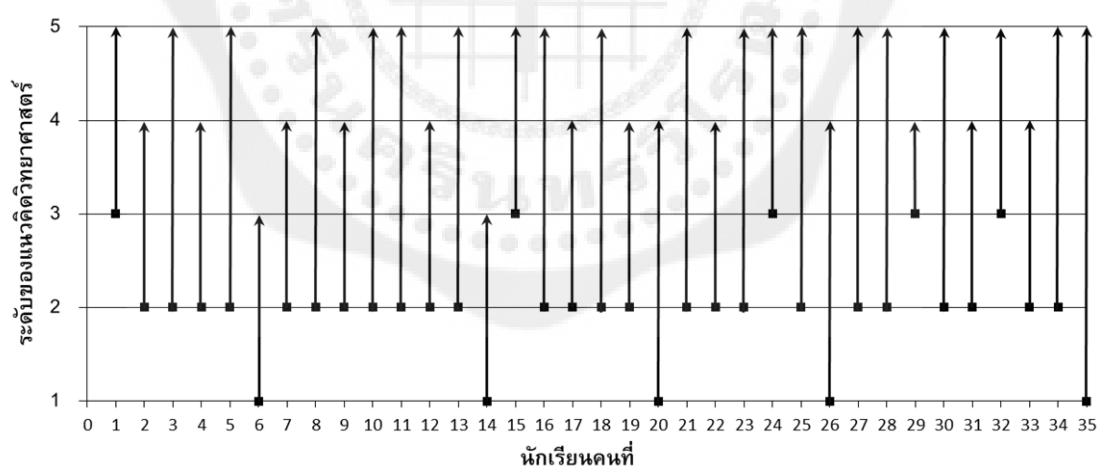
หมายเหตุ – ระดับแนวคิดวิทยาศาสตร์

ระดับ 1 หมายถึง ไม่มีแนวคิด (NU) / ระดับ 2 หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) /

ระดับ 3 หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน (PU/SM) /

ระดับ 4 หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) / ระดับ 5 หมายถึง แนวคิดวิทยาศาสตร์ (SU)

ภาพประกอบ 7 ระดับของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายบุคคล ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย ในหัวข้อการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต



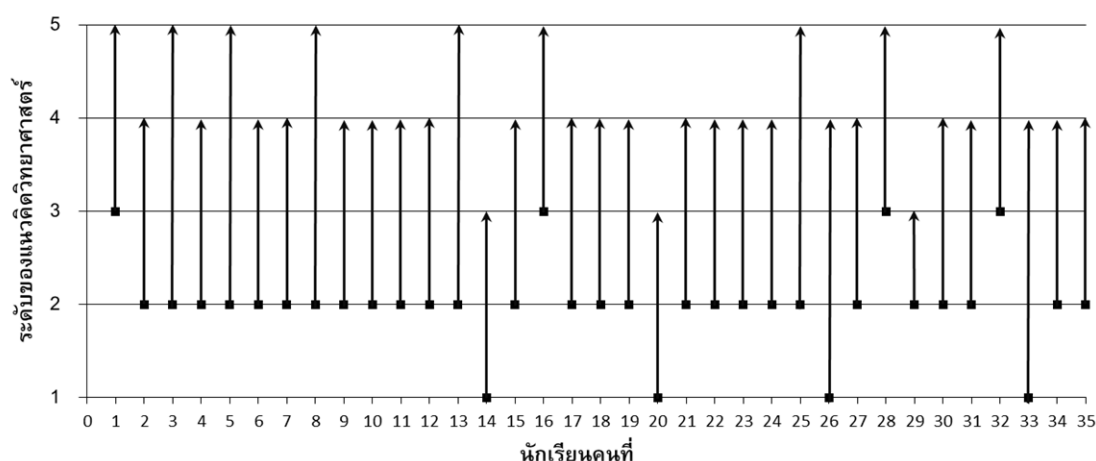
หมายเหตุ – ระดับแนวคิดวิทยาศาสตร์

ระดับ 1 หมายถึง ไม่มีแนวคิด (NU) / ระดับ 2 หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) /

ระดับ 3 หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน (PU/SM) /

ระดับ 4 หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) / ระดับ 5 หมายถึง แนวคิดวิทยาศาสตร์ (SU)

ภาพประกอบ 8 ระดับของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายบุคคล ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย ในหัวข้อเซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท



หมายเหตุ – ระดับแนวคิดวิทยาศาสตร์

ระดับ 1 หมายถึง ไม่มีแนวคิด (NU) / ระดับ 2 หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) /

ระดับ 3 หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน (PU/SM) /

ระดับ 4 หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) / ระดับ 5 หมายถึง แนวคิดวิทยาศาสตร์ (SU)

ภาพประกอบ 9 ระดับของแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายบุคคล ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย ในหัวข้อโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท

อภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้อภิปรายผลการวิจัยโดยแบ่งตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. การค้นหาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท

จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยได้ทำการบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ รวมถึงเก็บข้อมูลจากการสอบถามท้ายคาบ และการสัมภาษณ์เชิงความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ผู้วิจัยค้นพบแนวทางที่ดีและเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ ซึ่งสามารถสรุปเป็นแนวทางไว้ทั้งหมด 4 ข้อ โดยแต่ละข้อสามารถอภิปรายได้ดังต่อไปนี้

1.1 จากการใช้สื่อวีดิทัศน์ในการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระที่เคยสอน ผู้วิจัยพบว่า สื่อวีดิทัศน์ช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังไม่เพียงพอในการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้น เพื่อที่จะพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการใช้สื่อวีดิทัศน์เข้ามาจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนมีการจดบันทึกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการดูสื่อวีดิทัศน์ การบันทึกจะช่วยให้

นักเรียนได้ประมวลความรู้ แล้วนำมาเขียนเป็นความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในรูปแบบต่าง ๆ ส่งผลต่อการพัฒนาเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยใช้ความคิดพิจารณาด้วยตัวของนักเรียนจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งถือเป็นการพัฒนาสมรรถภาพขั้นสูงของสมองอีกด้วย (สุวิมล เขี้ยวแก้ว. 2540) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประภัสสร บุญทวีกุลสวัสดิ์ (2553) ที่ได้ศึกษาผลการพัฒนาแนวคิดของนักเรียน หลังใช้การจัดการเรียนรู้เรื่อง การรับรู้และตอบสนองโดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบ 5E ซึ่งใช้วิธีสอนในลักษณะที่ให้นักเรียนวาดรูป ประกอบการบรรยายและสรุปความรู้ด้วยตนเอง โดยผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น

นอกจากนี้มีความสอดคล้องกับแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ประเมินความพึงพอใจด้านกิจกรรมการเรียนรู้ว่าเป็นกิจกรรมที่นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองอยู่ในระดับมาก และยังสอดคล้องกับการสอบถามพูดคุยกับนักเรียนท้ายคาบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

“...หนูชอบกิจกรรมที่ครูให้จัดบันทึกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากสื่อ
วิดิทัศน์ค่ะ เพราะไม่ดูอย่างเดียว แต่ได้คิดตาม จนเกิดความเข้าใจเป็นแนวคิดในแต่ละ
เรื่องค่ะ ทำให้หนูเข้าใจมาก ๆ ค่ะ...”

1.2 การใช้สื่อวิดิทัศน์ในการจัดการเรียนรู้จะช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ซึ่งสื่อมัลติมีเดียถูกนำมาใช้ในการศึกษาเพื่อช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ โดยสื่อมัลติมีเดียช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจเรื่องต่าง ๆ จากการได้ยิน การมองเห็นภาพเคลื่อนไหวของวิดิทัศน์ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้เป็นอย่างดี (Heinich; et al. 2002) ถึงแม้ว่าการใช้สื่อวิดิทัศน์จะช่วยกระตุ้นความสนใจและส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียน แต่การเปิดสื่อวิดิทัศน์เพียงรอบเดียว ยังไม่เพียงพอในการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีการเปิดสื่อวิดิทัศน์ให้นักเรียนดูอย่างน้อย 2 - 3 รอบร่วมกับการใช้คำถามกระตุ้นความคิด โดยในรอบแรกควรเปิดให้นักเรียนดูรอบเดียวจนจบเพื่อให้นักเรียนได้เห็นภาพรวมของแนวคิดหัวข้อนี้ก่อน จากนั้นผู้วิจัยจะใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดการตั้งคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่อยู่ในสื่อวิดิทัศน์ จากนั้นผู้วิจัยเปิดสื่อวิดิทัศน์อีกครั้ง โดยในรอบนี้ผู้วิจัยจะฉายสื่อวิดิทัศน์เป็นช่วง ๆ ร่วมกับการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดและค้นหาคำตอบจากสื่อวิดิทัศน์ เพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของเรื่องนั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น และเป็นการตรวจสอบแนวคิดของนักเรียนว่าเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ สอดคล้องกับการสอบถามพูดคุยกับนักเรียนท้ายคาบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ผู้วิจัย: นักเรียนรู้สึกอย่างไร เมื่อครูเปิดสื่อวิดิทัศน์ให้ชม 2 - 3 รอบ โดยมี
การนายเป็นช่วง ๆ

นร. 6: หนูชอบแบบนี้มากเลยคะ เพราะรอบแรกครูเปิดสื่อวีดิทัศน์ให้ดูทั้งหมดก่อน ทำให้หนูเห็นภาพรวมของเนื้อหาจะ อาจจะยังไม่เข้าใจแนวคิดทั้งหมด แต่พอรอบที่ 2 - 3 ครูเปิด-ปิดเป็นช่วง ๆ พร้อมกับใช้คำถามกระตุ้นให้หนูคิด มันทำให้หนูคิดหาคำตอบ จนเกิดเป็นความเข้าใจในเนื้อหาได้มากเลยคะ

นร. 1: ผมว่ามันโอเคกว่าเปิดรอบเดียวจนจบครับ เพราะแบบนี้ผมจับประเด็นไม่ค่อยได้ แต่พอครูเปิดเป็นช่วง ๆ และตั้งคำถามที่กระตุ้นให้ผมคิด ทำให้ผมเกิดความสนใจและจดจ่อกับการหาคำตอบมากครับ คำตอบของคำถามก็มีอยู่ในสื่อวีดิทัศน์ครับ ซึ่งผมต้องดูและจับประเด็นให้ได้ครับ

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและพัฒนาเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น ดังนี้

ผู้วิจัย: นักเรียนอยากให้การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน มีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียแทนการเรียนแบบบรรยายหรือไม่ เพราะอะไร

นร. 9: ผมชอบดูวิดีโอนะ ทำให้ผมเห็นภาพ และเข้าใจมากขึ้นครับ

นร. 3: อยากคะ เพราะบางที่เหมือนในวิดีโอทำให้เราเห็นภาพชัดกว่า เข้าใจได้ดีขึ้นมากเลยคะ

(การสัมภาษณ์เชิงความคิดเห็น, 28 ธ.ค. 2559)

1.3 สำหรับเนื้อหาในหัวข้อเซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท และหัวข้อโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท ซึ่งมีความเป็นนามธรรม มีความซับซ้อน และมีคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการอธิบายกระบวนการต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำการบันทึกคำศัพท์เฉพาะที่นักเรียนได้ดูจากสื่อวีดิทัศน์ก่อน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความหมายของคำศัพท์เฉพาะเหล่านั้นร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในคำศัพท์เฉพาะเหล่านั้น จนสามารถอธิบายและเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาสาระ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับบันทึกการนิเทศของครูพี่เลี้ยง ดังนี้

“...มีการนำเสนอสื่อวีดิทัศน์โดยให้นักเรียนทำความเข้าใจกับคำศัพท์เฉพาะในเนื้อหาเหล่านั้นก่อน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนในการทำ ความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่มีความซับซ้อนได้ง่ายขึ้น...”

(บันทึกการนิเทศของครูพี่เลี้ยง, 29 พ.ย. 2559)

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการสอบถามพูดคุยกับนักเรียนท้ายคาบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ผู้วิจัย: นักเรียนรู้สึกอย่างไร เมื่อครูให้นักเรียนบันทึกคำศัพท์เฉพาะจากสื่อ
วิดิทัศน์

นร. 7: หนูคิดว่าดีมากเลยคะ เพราะเนื้อหาเรื่องนี้มีคำศัพท์ใหม่ ๆ เยอะมาก
เลย ซึ่งบางคำ หนูไม่เคยรู้จักมาก่อน การที่ครูให้หนูเขียนและทำความเข้าใจคำศัพท์
ก่อน มันให้หนูเข้าใจเนื้อหาได้ดีมากขึ้นคะ

1.4 สื่อวิดิทัศน์สามารถนำมาใช้ได้ในทุกชั้นของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา
ความรู้ 5 ขั้น โดยในงานวิจัยนี้ได้นำสื่อวิดิทัศน์เข้ามาใช้ในทุกขั้นการสร้าง ความสนใจ ขั้นสำรวจและ
ค้นคว้า และขั้นขยายความรู้ แล้วให้นักเรียนทำการจดบันทึกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการดู
สื่อวิดิทัศน์ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ผู้วิจัยได้นำสื่อวิดิทัศน์เข้ามาใช้ในทุกขั้นสำรวจและ
ค้นคว้า เนื่องจากสื่อวิดิทัศน์นี้จะช่วยให้นักเรียนสังเกตเห็นโครงสร้างที่ใช้ในการรับรู้และตอบสนอง
ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และในขั้นขยายความรู้ ผู้วิจัยได้ใช้สื่อวิดิทัศน์เพื่อต่อยอดความรู้ของ
นักเรียนในเรื่องการรับรู้และตอบสนองของสัตว์ ซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดการเปรียบเทียบโครงสร้างใน
การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ได้ดีขึ้น และผลจากการบันทึกแนวคิดทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียน แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในหัวข้อนี้

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ผู้วิจัยได้นำสื่อวิดิทัศน์เข้ามาใช้ในทุกขั้นสำรวจและ
ค้นคว้า และขั้นขยายความรู้เช่นเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เนื่องจากทั้ง 2 ขั้นนี้เหมาะแก่
การกระตุ้นการคิด และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง แต่ผู้วิจัยได้มีการปรับเปลี่ยนวิธีการนำเสนอสื่อ
วิดิทัศน์โดยใช้การฉายเป็นช่วง ๆ ซึ่งทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ผู้วิจัยได้นำสื่อวิดิทัศน์เข้ามาใช้ในทุกขั้นสร้างความ
สนใจ และขั้นขยายความรู้ เนื่องจากลักษณะเนื้อหาในหัวข้อนี้มีรายละเอียดค่อนข้างมาก และ
มีความเป็นนามธรรม ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอสื่อวิดิทัศน์ในทุกขั้นสร้างความสนใจเพื่อให้นักเรียนเห็น
ภาพรวมของแนวคิดทั้งหมดก่อน ส่วนในขั้นขยายความรู้ผู้วิจัยได้นำเสนอสื่อวิดิทัศน์อีกเรื่องหนึ่งเพื่อ
ช่วยในการต่อยอดความรู้ของนักเรียน

จากการนำสื่อวิดิทัศน์มาช่วยในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในขั้น
ต่าง ๆ ผู้วิจัยพบว่า สื่อวิดิทัศน์ช่วยส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่มีความซับซ้อนและเป็น
นามธรรมโดยเฉพาะเรื่องระบบประสาท ซึ่งเกิดจากการสังเกตการณ์ในชั้นเรียน จากการสัมภาษณ์
เชิงวิชาการหรือการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนา
แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์เชิงความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้
ดังนี้

นร. 1: ผมว่ามันเป็นประโยชน์ เราได้เห็นของจริงจากวิดีโอ ช่วยกระตุ้นความสนใจ ทำให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น

นร. 4: ก็น่าสนใจเพราะว่า เป็นการเรียนแบบใหม่ที่นำเอาเทคโนโลยีมาบูรณาการกับเนื้อหาจะ อย่างถ้า... ครูบรรยายอย่างเดียวก่อนแบบในหนังสือ หนูก็จะไม่เห็นของจริง ด้วยเนื้อหาที่ยาก การได้ดูวิดีโอก่อน ทำให้กระตุ้นให้เราเกิดคำถามว่าทำไมถึงเป็นอย่างนั้น ทำไมถึงเป็นอย่างนี้ และสามารถเปรียบเทียบได้โดยตรงเลย เพราะว่าเรามีสื่อวิดีโอ มีเสียง คือเราก็คงเห็นภาพว่ามันเป็นแบบนี้แบบนั้น แต่ถ้าในหนังสือบรรยายอย่างเดียว เห็นรูปก็จริงแต่ว่ามันไม่ใช่ภาพเคลื่อนไหว

นร. 9: ผมชอบดูวิดีโอนะ ทำให้ผมเห็นภาพ และเข้าใจมากขึ้นครับ

นร. 3: อยากค่ะ เพราะบางที่เหมือนในวิดีโอทำให้เราเห็นภาพชัดกว่า เข้าใจได้ดีขึ้นมากเลยคะ

(การสัมภาษณ์เชิงความคิดเห็น, 28 ธ.ค. 2559)

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยที่กล่าวว่า สื่อมัลติมีเดียมีการใช้ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวที่เสมือนของจริง ซึ่งช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น และสามารถพัฒนาเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น (ผจญ รุ่งอรุณเลิศ. 2551) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิศาล วชิราชัย (2549) ที่ศึกษาวิจัยโดยใช้วิธีการนำเสนอโดยการนำการ์ตูนแอนิเมชันมาเชื่อมโยงในการนำเสนอเข้าสู่บทเรียนและในตัวเนื้อหา อีกทั้งในตัวเนื้อหายังประกอบด้วยภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และภาพแอนิเมชัน ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา และมีความพึงพอใจในระดับมาก ส่งผลให้ผลการเรียนดีขึ้น

อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ประเมินความพึงพอใจด้านสื่อมัลติมีเดียที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก – มากที่สุด

2. การตรวจสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่รับได้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย

จากผลการศึกษาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง ระบบประสาท จำนวน 3 หัวข้อ ได้แก่ การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท และโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นทั้ง 3 หัวข้อ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ลงมือค้นคว้าหาคำตอบ จนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี โดยนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้มีแนวคิด

วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย (Musheno; & Lawson. 1999) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิชญา สิทธิชัย (2558) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสื่อการสร้างมโนภาพเรื่อง ระบบประสาท มีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์มากขึ้น นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบดังกล่าว เน้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น มีการแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดการตรวจสอบว่าเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และมีการอภิปรายความรู้ร่วมกัน ซึ่งส่งเสริมให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (Wilder; & Shuttleworth. 2005) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์ (2553) ที่กล่าวว่า การใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดและได้ลงมือปฏิบัติ จะช่วยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ได้อภิปรายร่วมกัน จนได้เป็นข้อสรุปร่วมกันในชั้นเรียน ซึ่งส่งผลให้เกิดการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มมากขึ้น

เนื้อหาสาระเรื่อง ระบบประสาท มีความซับซ้อนและมีลักษณะเป็นนามธรรม นักเรียนต้องใช้จินตนาการสูงในการทำความเข้าใจ และใช้เวลานานในการอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปในเนื้อหาดังกล่าว การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอต่อการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (อรรัมา คำหนูเอนก. 2554ข) ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้สื่อมัลติมีเดียมาช่วยในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักเรียนในเนื้อหาดังกล่าวมากขึ้น และส่งเสริมการมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ซึ่งการใช้สื่อมัลติมีเดียช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและช่วยให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ผจกญ รุ่งอรุณเลิศ (2551) ที่กล่าวว่า สื่อมัลติมีเดียมีการใช้ทั้งภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวที่เสมือนของจริง ซึ่งช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและยังช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิชญา สิทธิชัย (2558) ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสื่อการสร้างมโนภาพ เรื่อง ระบบประสาท ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์มากขึ้น

เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียหัวข้อที่นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องมากที่สุด คือ การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต รองลงมา คือ เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท และหัวข้อที่นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องน้อยที่สุด คือ โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนบางส่วนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน (PU/SM) ในหัวข้อเซลล์ประสาท และการทำงานของเซลล์ประสาท และหัวข้อโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท ดังเช่นนักเรียนคนที่ 14 มีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น 2 ระดับ (จาก NU เป็น PU/SM) ในทั้ง 2 หัวข้อดังกล่าว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประภัศร บุญทวีกุลสวัสดิ์ (2553) ที่ได้ศึกษาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องการเรียนรู้และตอบสนองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งพบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการทำงานของเซลล์ประสาท รวมถึงการถ่ายทอดกระแสประสาท

นอกจากนี้ยังพบว่า หัวข้อที่มีแนวคิดที่เข้าใจได้ยากก็คือเรื่องการทำงานของระบบประสาท ทั้งนี้หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามที่ผู้วิจัยได้วางแผนมาแล้ว แต่ยังพบว่า มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในหัวข้อเหล่านี้อยู่ อาจเนื่องมาจากธรรมชาติของเนื้อหาที่มีการอธิบายถึง กระบวนการที่ซับซ้อน มีความเป็นนามธรรม มองไม่เห็นภาพที่แท้จริง นักเรียนจำเป็นต้องใช้จินตนาการสูง รวมทั้งยังต้องอาศัยการเชื่อมโยงแนวคิดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น แนวคิดด้านกายวิภาคศาสตร์ สันฐานวิทยา ประสาทวิทยา และชีวเคมี ร่วมด้วย จึงอาจเป็นเหตุผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและแนวคิดวิทยาศาสตร์น้อยกว่าหัวข้อการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต ดังเช่น นักเรียนคนที่ 29 ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนไม่มีแนวคิดทั้ง 3 หัวข้อ แต่ภายหลังการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น 3 ระดับ (จาก NU เป็น PU) ใน 2 หัวข้อแรก ส่วนในหัวข้อโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น 2 ระดับ (จาก NU เป็น PU/SM) ดังนั้นเพื่อที่จะให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดเหล่านี้มากขึ้น ครูผู้สอนควรมีการนำเสนอภาพรวมของแนวคิดทั้งหมดให้นักเรียนฟัง ก่อน จากนั้นจึงมีการอภิปรายความรู้ร่วมกันภายหลัง (ณัฐพงศ์ แต่งเพ็ชร. 2556) นอกจากนี้ ครูควรเพิ่มเวลาการจัดการเรียนการสอนในหัวข้อดังกล่าว เนื่องจากเนื้อหาที่มีความซับซ้อน จึงต้องใช้เวลามากในการอภิปรายร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้น (อรรัมภา คำหนูเอนก. 2554ข)

อย่างไรก็ตาม จากผลการวัดระดับแนวคิดวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคลในหัวข้อการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นหัวข้อที่นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องมากที่สุด พบว่า มีนักเรียน 2 คน (คนที่ 7 และ 26) มีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นเพียง 1 ระดับ (จาก PU/SM เป็น PU) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากสื่อมัลติมีเดียที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนอาจยังไม่ครอบคลุม หรือยังไม่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้งหมดในหัวข้อนี้ เนื่องจากผู้วิจัยเลือกตัวอย่างการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตบางชนิดมาให้นักเรียนศึกษาเท่านั้น จึงอาจส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ไม่มากเท่าที่ควร ตามที่ จริยา เหนียนเฉลย (2549) กล่าวว่า สื่อมัลติมีเดียเป็นปัจจัยที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการเรียนรู้เนื้อหาต่าง ๆ ให้ดีขึ้นเกือบทุกเรื่อง ซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาสาระได้ง่ายขึ้น และเป็นการเรียนรู้ที่มีความคงทนถาวร

สำหรับผลการสัมภาษณ์เชิงเนื้อหาของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้สามารถนำมาสนับสนุนได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียในงานวิจัยนี้ ช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบประสาท ที่ถูกต้องเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามทั้ง 9 คำถาม โดยอิงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้ง 3 หัวข้อเนื้อหาได้อย่างถูกต้อง ซึ่งพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้องตามหลักการตรงประเด็น และครบถ้วน แต่อย่างไรก็ตาม มีนักเรียนบางคนที่สามารถตอบคำถามได้ แต่ยังไม่ครบถ้วนทั้งหมด เนื่องจากเนื้อหาเรื่องระบบประสาทเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากและซับซ้อน ดังนั้นการสัมภาษณ์จึงอาจต้องใช้เวลาแก่นักเรียนในการคิดและประมวลผลในการตอบคำถามมากขึ้น เพื่อที่นักเรียนจะสามารถตอบคำถามบางข้อคำถามได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์

นอกจากนี้จากการตรวจสอบความพึงพอใจของนักเรียนต่อนโยบายที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ สามารถแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อความรู้ที่ได้รับหลังการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท จากการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ และศึกษา แนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างกล่าว ซึ่ง สามารถสรุปผลการศึกษาตามจุดประสงค์ของงานวิจัย ได้ดังนี้

1. การค้นหาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท

จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท ทำให้ผู้วิจัยได้รับผลสะท้อนทั้งจากนักเรียนและจากผู้วิจัยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จนนำไปสู่การค้นหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท โดยผู้วิจัยได้สรุปแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้ทั้งหมด 4 ข้อ ดังนี้

(1) ควรให้นักเรียนมีการบันทึกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการดูสื่อวีดิทัศน์ การบันทึกจะช่วยให้นักเรียนได้ประมวลความรู้ แล้วนำมาเขียนเป็นความรู้ความเข้าใจของนักเรียน ในรูปแบบต่าง ๆ ส่งผลต่อการพัฒนาเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

(2) ควรเปิดสื่อวีดิทัศน์ให้นักเรียนดูอย่างน้อย 2 - 3 รอบ ร่วมกับการใช้คำถาม กระตุ้นความคิด โดยในรอบแรกควรเปิดให้นักเรียนดูรอบเดียวจนจบ แล้วใช้คำถามกระตุ้นความคิด ของนักเรียน จากนั้นทำการเปิดสื่อวีดิทัศน์อีกครั้ง โดยในรอบนี้ฉายสื่อวีดิทัศน์เป็นช่วง ๆ ร่วมกับการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดและค้นหาคำตอบจากสื่อวีดิทัศน์ เพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของเรื่องนั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น

(3) ควรให้นักเรียนบันทึกคำศัพท์เฉพาะที่นักเรียนได้ดูจากสื่อวีดิทัศน์ จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความหมายของคำศัพท์เฉพาะร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในคำศัพท์เฉพาะ จนสามารถอธิบายและเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาสาระ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น

(4) สื่อวีดิทัศน์สามารถนำมาใช้ได้ในทุกขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยในงานวิจัยนี้ได้นำสื่อวีดิทัศน์เข้ามาใช้ในขั้นการสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและ ค้นหา และขั้นขยายความรู้ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น

2. การตรวจสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่รับได้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย

หลังจากนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 35 คน และตรวจสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 หัวข้อ ได้แก่ การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท และโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท พบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นทั้ง 3 หัวข้อ ซึ่งก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนมากมีแนวคิดคลาดเคลื่อน และเมื่อผู้วิจัยวิเคราะห์ผลรายบุคคล พบว่า นักเรียนแต่ละคนมีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นทั้ง 3 หัวข้อ

ข้อเสนอแนะ

จากการทำการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจที่ต้องการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ไปปรับใช้ รวมถึงผู้ที่ต้องการต่อยอดงานวิจัยในลักษณะนี้ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะต่อครู เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนควรเตรียมความพร้อมด้านการจัดการเรียนรู้ สื่อการสอน รวมถึงการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย เนื่องจากแนวคิดเรื่อง ระบบประสาท เป็นแนวคิดที่มีเนื้อหาค่อนข้างมาก มีความซับซ้อน และยากต่อการเข้าใจ ส่วนใหญ่วิธีการสอนของครูผู้สอนมักเป็นแบบบรรยาย ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย ดังนั้นการนำวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียมาจัดการเรียนการสอนจะช่วยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากขึ้น โดยเน้นการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากเรียน รวมถึงการได้ฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การค้นคว้าหาความรู้ และการทดลองต่าง ๆ จะช่วยให้นักเรียนมีการพัฒนาทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติ ในด้านสื่อการสอนควรมีการจัดหาสื่อที่หลากหลาย มีความน่าสนใจ จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจได้ดีขึ้น ส่วนการวัดและประเมินผลควรเน้นการประเมินตามสภาพจริงมากกว่าการใช้เฉพาะข้อสอบเพียงอย่างเดียว

1.2 ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมในชั้นเรียนที่เพิ่มโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่ม หรือภายในชั้นเรียน เพื่อให้เกิดข้อสรุปของแนวคิดที่หลากหลายจนเกิดการคัดเลือกและเปลี่ยนแปลงเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

1.3 ครูผู้สอนควรตรวจสอบแนวคิดหรือความรู้เดิมของนักเรียนว่ามีมากน้อยเพียงใด หรือมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องนั้น ๆ หรือไม่ ก่อนที่จะขึ้นเนื้อหาหัวข้อถัดไป เนื่องจากเนื้อหาเรื่อง ระบบประสาท เป็นแนวคิดที่ต้องอาศัยพื้นฐานของความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงความรู้ไปยังเรื่อง

จะเรียนถัดไป รวมถึงครูผู้สอนควรให้ความรู้พื้นฐานในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะต่อสังคม และประเทศ เพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ไปปรับใช้กับการสอนเนื้อหาหรือสาขาวิชาอื่น ๆ ที่มีความซับซ้อน และเป็นนามธรรมเช่นเดียวกับเรื่อง ระบบประสาท

2.2 ควรศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้กับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์

2.3 พัฒนาสื่อมัลติมีเดียในเนื้อหาอื่น ๆ ที่มีความเป็นนามธรรม ให้เป็นรูปธรรม เพื่อช่วยส่งเสริมแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น





บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กรมวิชาการ. (2553). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2553). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2536). เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เอดิชั่นเพรสโปรดักส์.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2548). เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์. (2553). การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. (2525). ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ทบวงมหาวิทยาลัย.
- จริยา เหนียนเฉลย. (2549). เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ.
- จิตติมา ดมหอม. (2553). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต่อการพัฒนาแนวคิดและเจตคติต่อการเรียนเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จิรัชยา นาคราช. (2558). ศึกษาการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบประสาทและความสามารถในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (ชีววิทยาศึกษา). ชลบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

- ณัฐกร สงคราม. (2553). การออกแบบและพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐพงศ์ แดงเพชร. (2556). การพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน: การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไทรรัตน์ รัตนเดช. (2551). การพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทิตนา แคมมณี. (2558). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิตมา รุจิเรชาสุวรรณ. (2555). ประสิทธิภาพของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ที่พัฒนาขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (เคมี). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นิภาพร ภูมิภ. (2558). ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอนต่อแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ระบบประสาท. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53: สาขาศึกษาศาสตร์, สาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ, สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. หน้า 161 – 169. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2542). เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย. กรุงเทพฯ: ภาควิชาศึกษาศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ประภัสสร บุญทวีกุลสวัสดิ์. (2553). การพัฒนาแนวคิดเรื่องการเรียนรู้และการตอบสนองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประสาธน์ เณียงเฉลิม. (2556). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้. วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต. 7(2): 41 – 53.
- ประสาธน์ เณียงเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: แอคทีฟ พรินท์.
- ปรีชา วงศ์ชูศิริ. (2525). เอกสารหน่วยการเรียนการสอน: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: การศาสนา.
- ผจญ รุ่งอรุณเลิศ. (2551). ผลการใช้สื่อมัลติมีเดียที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการจัดทำโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคางทองวิทยา. การค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการศึกษา). นครปฐม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- พิชญา สิทธิชัย. (2558). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสื่อการสร้างมโนภาพ
ต่อแนวคิดเรื่องระบบประสาทของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักงาน
กองทุนสนับสนุนงานวิจัย.
- พิศาล วชิราชัย. (2549). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนแบบการ์ตูนแอนิเมชัน เรื่อง
เภสัชกรรมแผนไทย: ไฟล. วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. (คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ภพ เลหาไฟบูลย์. (2537). การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. เชียงใหม่: เชียงใหม่
คอมเมอร์เชียล.
- ภพ เลหาไฟบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนา-
พานิช.
- มนัส บุญประกอบ. (2533). ยุทธศาสตร์ใหม่ทางการศึกษา: แผนภูมิโมทัศน์. วารสาร สสวท.
18(69): 26 – 29.
- มลิสา สดสุขาติ. (2550). การพัฒนาทักษะการอ่านวิเคราะห์วิชาภาษาไทยโดยใช้วิธีสอน 5E ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกุมภวาปี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
อุดรธานี เขต 2. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- รัตนา เส่งสุข. (2540). การศึกษาแนวคิดเรื่องพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6
โรงเรียนดอนฉิมพลีพิทยาคม อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา: กรณีศึกษา.
วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพมหานคร:
นานมีบุ๊คพับลิเคชั่น.
- วชิราภรณ์ ผลเรือง. (2551). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้เกณฑ์การประเมินสื่อ
มัลติมีเดียกับความพึงพอใจกับการผลิตสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา ของศูนย์เทคโนโลยี
การศึกษากระทรวงศึกษาธิการ. การค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
(เทคโนโลยีการศึกษา). นครปฐม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). *Constructivism*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วราภรณ์ แยมจินดา. (2547). แนวคิดเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี
ที่ 1-6. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สถาบันการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2559). การทดสอบทางการศึกษา
ระดับชาติขั้นพื้นฐาน (*Ordinary National Educational Test: O-NET*). สืบค้นเมื่อ 20
มีนาคม 2560, จาก <http://www.niets.or.th/index.html>

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2545). *มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- สสวท. (2546). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- สสวท. (2550). *เอกสารสำหรับผู้ให้การอบรมวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน หลักสูตรที่ 1*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- สสวท. (2554). *คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: สกสศ. ลาดพร้าว.
- สสวท. (2559). *สรุปผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์*. สืบค้นเมื่อ 28 พฤศจิกายน 2559, จาก <http://pisathailand.ipst.ac.th/pisa/reports/pisa2015summaryreport>
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2549). *นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน*. กรุงเทพฯ: 9199 เทคนิควรรณกิจ.
- สุวิมล เขียวแก้ว. (2540). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. ปัตตานี: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- สุวิมล ว่องวาณิช. (2557). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรรัมภา คำหนูเอนก. (2554ก). แนวคิดเรื่องการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49: ศึกษาศาสตร์*. หน้า 9 – 17. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรรัมภา คำหนูเอนก. (2554ข). แนวคิดเรื่องการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มร่วมกับการใช้แผนผังแนวคิด. *วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Abraham, M. R.; Grzybowki, E. B.; & Renner, J. W. (1992). Understandings and misunderstandings of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*. 29(2): 105 – 120.
- Afra, N. C.; Osta, I.; & Zoubeir, W. (2009). Students' alternative conceptions about electricity and effect of inquiry-based teaching strategies. *International Journal of Science and Mathematical Education*. 7: 103 – 132.
- Bennett, J. (2005). *Teaching and Learning Science: A Guide to Recent Research and Its Applications*. London, UK: Continuum.
- Budnitz, N. (2003). *What Do We Mean By Inquiry?*. Retrieved 25 March 2016, from http://www.biology.duke.edu/cibl/inquiry/what_is_finqury.htm

- Bybee, R.W.; et al. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. A Report Prepared for the Office of Science Education and National Institutes of Health. USA.
- Chen, S. H.; & Ku, C. H. (1999). Aboriginal children's conceptions and alternative conceptions of plant. *Department of Mathematics and Science Education National Hualien Teachers College Hualien, Taiwan, R.O.C.* 9(1): 10 – 19.
- Dunbar, K. (1999). *Scientific Creativity: From The Encyclopedia of Creativity*. McGILL University: Academic Press.
- Friedl, A. E. (1997). *Teaching Science to Children: An Inquiry Approach*. 4th ed. United States of America: McGraw-Hill.
- Gilbert, J. K. (2005). *Visualization in Science Education*. Netherlands: Springer.
- Haidar, A. H. (1997). Prospective chemistry teachers' conception of the conservation of matter and related concepts. *Journal of Research in Science Teaching*. 34(2): 181 – 197.
- Hazel, E.; & Prosser, M. (1994). First-year university students understanding of photosynthesis, their study strategies and learning context. *The American Biology Teacher*. 56(5): 274 – 279.
- Heinich, R.; et al. (2002). *Instructional Media and Technologies for Learning*. 7th ed. NJ, USA: Prentice Hall.
- Hurd, P. D. (1970). *New Directions in Teaching Secondary School Science*. 2nd ed. Chicago: Rand McNally & Company.
- Kemmis, S.; & McTaggart, R. (1998). *The Action Research Planner*. Geelong, Victoria: Deakin University.
- Marek, E. A.; Eubanks, C.; & Gallaher, T. H. (1990). Teachers' understanding and the use of the learning cycle. *Journal of Research in Science Teaching*. 27(9): 821 – 834.
- Musheno, B. V.; Lawson, A. E. (1999). Effect of learning cycle and traditional text on comprehension of science concepts by student at differing reasoning levels. *Journal of Research in Science Teaching*. 1: 23 – 37.
- National Research Council (NRC). (1996). *National Science Education Standard*. Washington, DC: National Academy.
- NRC. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC: National Academy.
- Osborne, R. J.; & Gilbert, J. K. (1980). A technique for exploring students' views of the world. *Physics Education*. 15: 376 – 379.

- Ranner, J. W.; & Stafford D.G. (1972). *Teaching Science in the Secondary School*. New York: 1974 Wiley Periodicals.
- Schafersman, D.S. (1997). *An Introduction to Science: Scientific Thinking and The Scientific Method*. Retrieved June 18, 2016, from: [http://www. Freeinquiry.com/intro-tosci.html](http://www.Freeinquiry.com/intro-tosci.html).
- Schwab, J. (1965). *Biological Science Curriculum Study: Biology Teachers' Handbook*. NY, USA: John Wiley and Sons.
- Treagust, D. (1991). Assessment of students' understanding of science concepts using diagnostic instrument. *The Australian Science Teacher Journal*. 37(4): 40 – 43.
- Treagust, D. F. (2006). *Diagnostic Assessment in Science as a Means in Improving Teaching, Learning and Retention*. UniServe Science Assessment Symposium Proceedings.
- Welch, W. W. (1981). Inquiry in School Science. In *What Research Says to The Science Teacher*. 19(7): 587 – 594. Washington, DC: National Science Teachers Association.
- Westbrook, S. L.; & Marek, E. A. (1992). A cross-age study of student understanding of the concept of homeostasis. *Journal of Research in Science Teaching*. 29(1): 51 – 61.
- Wilder, M.; & Shuttleworth, P. (2005). Cell inquiry: a 5E learning cycle lesson. *Science Activities*. 41(4): 37 – 43.
- Wolf, S. J.; & Fraser, B. J. (2008). Learning environment, attitudes and achievement among middle-school science students using inquiry-based laboratory activities. *Research Science Education*. 38: 321 – 341.
- Wu, H.; & Hsieh, C. (2006). Developing sixth grades' inquiry skills to construct explanations in inquiry-based learning environment. *International Journal of Science Education*. 28(11): 1289 – 1313.
- Zion, M.; Michalsky, T.; & Mevarech, Z. R. (2005). The effects of metacognitive instruction embedded within an asynchronous learning network on scientific inquiry skills. *International Journal of Science Education*. 27(8): 957 – 983.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือขออนุญาตจริยธรรมการทำวิจัยในมนุษย์



**หนังสือยืนยันการยกเว้นการรับรอง
คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**

(เอกสารนี้เพื่อแสดงว่าคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ได้พิจารณาโครงการวิจัยนี้)

ชื่อโครงการวิจัย : การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบประสาท โดยการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาว นันทวัน โชติวนาวรรณ

หน่วยงานต้นสังกัด : คณะวิทยาศาสตร์

รหัสโครงการวิจัย : 288/59X

โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการวิจัยที่เข้าข่ายยกเว้น (Research with Exemption from SWUEC)

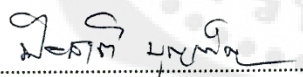
วันที่ยื่น : 26 กันยายน 2559

ยืนยันโดย : คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ดำเนินการ
รับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นสากล ได้แก่ Declaration of Helsinki, the
Belmont Report, CIOMS Guidelines และ the International Conference on Harmonization in Good Clinical
Practice (ICH-GCP)

ออกให้ ณ วันที่ 25 ตุลาคม 2559

ลงชื่อ)

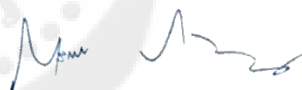


(นายปิยชาติ บุญเพ็ญ)

รักษาการแทน

เลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณา
โครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

(ลงชื่อ)



(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรม

สำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์



ภาคผนวก ข

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจเครื่องมือในงานวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจเครื่องมือในงานวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจเครื่องมือในงานวิจัยมีทั้งหมด 5 ท่าน โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน และเป็นผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษาจำนวน 2 ท่าน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมีรายนาม ดังต่อไปนี้

1. ผศ.ดร.นลินา ประไพรักษ์ อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ดร.มนตรี มณีภาค อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. ดร.ฐาปนา ชลธนานารถ อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. ผศ.ดร.จุมพต พุ่มศรีภานนท์ อาจารย์ประจำหลักสูตรจุลชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
5. คุณครูฉัญญา ศรีหมากสุข ครูวิชาวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา
โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ผลการประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ผลการประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียเรื่อง ระบบประสาท

ตาราง 8 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย หัวข้อ การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต

หัวข้อในการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1. แผนการจัดการเรียนรู้ต่อจุดประสงค์ (จุดประสงค์ในแผนการจัดการเรียนรู้)	+1	+1	+1	+1	+1	1
2. แผนการจัดการเรียนรู้ต่อเนื้อหา (การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต)	+1	+1	+1	+1	+1	1
3. กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเป็นไปตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย	+1	+1	+1	+1	+1	1
4. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1

หมายเหตุ

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เฉลี่ยจากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มีเกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้

ค่า IOC เฉลี่ย 0.00 – 0.59 หมายถึง ไม่สอดคล้อง ไม่เหมาะแก่การนำไปใช้

ค่า IOC เฉลี่ย 0.60 – 1.00 หมายถึง สอดคล้อง เหมาะแก่การนำไปใช้

ตาราง 9 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย หัวข้อ เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท

หัวข้อในการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1. แผนการจัดการเรียนรู้ต่อจุดประสงค์ (จุดประสงค์ในแผนการจัดการเรียนรู้)	+1	+1	+1	+1	+1	1
2. แผนการจัดการเรียนรู้ต่อเนื่องหา (เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท)	+1	0	+1	+1	+1	0.8
3. กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเป็นไปตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย	+1	+1	+1	+1	+1	1
4. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้	+1	0	+1	+1	+1	0.8

หมายเหตุ

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เฉลี่ยจากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มีเกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้

ค่า IOC เฉลี่ย 0.00 – 0.59 หมายถึง ไม่สอดคล้อง ไม่เหมาะแก่การนำไปใช้

ค่า IOC เฉลี่ย 0.60 – 1.00 หมายถึง สอดคล้อง เหมาะแก่การนำไปใช้

ตาราง 10 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย หัวข้อ โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท

หัวข้อในการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1. แผนการจัดการเรียนรู้ต่อจุดประสงค์ (จุดประสงค์ในแผนการจัดการเรียนรู้)	+1	+1	+1	+1	+1	1
2. แผนการจัดการเรียนรู้ต่อเนื้อหา (โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท)	+1	+1	+1	+1	+1	1
3. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย	+1	+1	+1	+1	+1	1
4. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1

หมายเหตุ

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เฉลี่ยจากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มีเกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้

ค่า IOC เฉลี่ย 0.00 – 0.59 หมายถึง ไม่สอดคล้อง ไม่เหมาะแก่การนำไปใช้

ค่า IOC เฉลี่ย 0.60 – 1.00 หมายถึง สอดคล้อง เหมาะแก่การนำไปใช้

ตาราง 11 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ การใช้สื่อมัลติมีเดีย หัวข้อ การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต

หัวข้อในการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\bar{x} \pm SD$	ความเหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
	1	2	3	4	5		
1. ความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผน							
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.6 $\pm$ 0.55	มากที่สุด
1.2 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	5	4	5	4	4	4.4 $\pm$ 0.55	มาก
1.3 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.4 $\pm$ 0.55	มาก
2. กระบวนการจัดการเรียนรู้							
2.1 อ่านเข้าใจง่าย สามารถจัดกิจกรรมได้ตามแผน	5	3	5	4	4	4.2 $\pm$ 0.84	มาก
2.2 กิจกรรมกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	4	4	4	4	3	3.8 $\pm$ 0.45	มาก
2.3 กิจกรรมมีคำถามที่ส่งเสริมแนวคิดให้กับผู้เรียน	4	4	5	4	3	4 $\pm$ 0.71	มาก
2.4 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	3	4	4	4	4 $\pm$ 0.71	มาก
2.5 เป็นไปตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย	4	4	5	4	4	4.2 $\pm$ 0.45	มาก
3. สื่อและแหล่งเรียนรู้							
3.1 สื่อมีความหลากหลาย	4	3	4	4	4	3.8 $\pm$ 0.45	มาก
3.2 สื่อมีจำนวนพอเหมาะกับเนื้อหา	5	4	4	4	4	4.2 $\pm$ 0.45	มาก

ตาราง 11 (ต่อ)

หัวข้อในการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\bar{x} \pm SD$	ความเหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
	1	2	3	4	5		
4. การวัดและประเมินผล							
4.1 การวัดและประเมินผล	5	5	5	4	3	4.4 ± 0.89	มาก
สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้							
4.2 การวัดและประเมินผล	5	5	5	4	3	4.4 ± 0.89	มาก
สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้							

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านได้ประเมิน สามารถแปลความหมายได้ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ตาราง 12 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ
การใช้สื่อมัลติมีเดีย หัวข้อ เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท

หัวข้อในการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\bar{x} \pm SD$	ความเหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
	1	2	3	4	5		
1. ความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผน							
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.6 ± 0.55	มากที่สุด
1.2 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	4	4	4	4	4	4.0 ± 0.00	มาก
1.3 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	4	4	4.0 ± 0.00	มาก
2. กระบวนการจัดการเรียนรู้							
2.1 อ่านเข้าใจง่าย สามารถจัดกิจกรรมได้ตามแผน	4	3	5	4	4	4.0 ± 0.71	มาก
2.2 กิจกรรมกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	4	3	4	4	4	3.8 ± 0.45	มาก
2.3 กิจกรรมมีคำถามที่ส่งเสริมแนวคิดให้กับผู้เรียน	4	4	4	4	4	4.0 ± 0.00	มาก
2.4 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4	4	4	4	4	4.0 ± 0.00	มาก
2.5 เป็นไปตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย	4	4	5	4	4	4.2 ± 0.45	มาก
3. สื่อและแหล่งเรียนรู้							
3.1 สื่อมีความหลากหลาย	5	4	4	4	5	4.4 ± 0.55	มาก
3.2 สื่อมีจำนวนพอเหมาะ กับเนื้อหา	5	4	4	4	4	4.2 ± 0.45	มาก

ตาราง 12 (ต่อ)

หัวข้อในการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\bar{x} \pm SD$	ความเหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
	1	2	3	4	5		
4. การวัดและประเมินผล							
4.1 การวัดและประเมินผล สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	5	4	5	4	4	4.4 $\pm$ 0.55	มาก
4.2 การวัดและประเมินผล สอดคล้องกับกิจกรรมการ เรียนรู้	5	5	5	4	3	4.4 $\pm$ 0.89	มาก

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านได้ประเมิน สามารถแปลความหมายได้ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ตาราง 13 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ การใช้สื่อมัลติมีเดีย หัวข้อ โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท

หัวข้อในการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\bar{x} \pm SD$	ความเหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
	1	2	3	4	5		
1. ความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผน							
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.6 ± 0.55	มากที่สุด
1.2 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	5	5	5	4	4	4.6 ± 0.55	มากที่สุด
1.3 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.4 ± 0.55	มาก
2. กระบวนการจัดการเรียนรู้							
2.1 อ่านเข้าใจง่าย สามารถจัดกิจกรรมได้ตามแผน	5	4	5	3	4	4.2 ± 0.84	มาก
2.2 กิจกรรมกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	4	4	4	3	4	3.8 ± 0.45	มาก
2.3 กิจกรรมมีคำถามที่ส่งเสริมแนวคิดให้กับผู้เรียน	4	4	4	4	4	4.0 ± 0.00	มาก
2.4 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	5	4	4	4	4.4 ± 0.55	มาก
2.5 เป็นไปตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย	4	4	5	4	4	4.2 ± 0.45	มาก
3. สื่อและแหล่งเรียนรู้							
3.1 สื่อมีความหลากหลาย	4	3	4	3	4	3.6 ± 0.55	มาก
3.2 สื่อมีจำนวนพอเหมาะ กับเนื้อหา	4	3	5	4	4	4.0 ± 0.71	มาก

ตาราง 13 (ต่อ)

หัวข้อในการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\bar{x} \pm SD$	ความเหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
	1	2	3	4	5		
4. การวัดและประเมินผล							
4.1 การวัดและประเมินผล สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	4	5	4	4	4.2 $\pm$ 0.45	มาก
4.2 การวัดและประเมินผล สอดคล้องกับกิจกรรมการ เรียนรู้	4	4	5	4	4	4.2 $\pm$ 0.45	มาก

หมายเหตุ

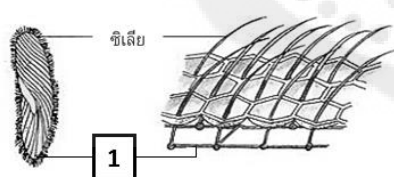
ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านได้ประเมิน สามารถแปลความหมายได้ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

2. ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก – ง่าย (p) และค่าอำนาจการจำแนก (r) ของแบบทดสอบรายข้อ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์

ตาราง 14 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก – ง่าย (p) และค่าอำนาจการจำแนก (r) ของแบบทดสอบรายข้อ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ในหัวข้อการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต

ข้อ	คำถาม	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ						p	r	การนำไปใช้
		1	2	3	4	5	IOC			
1.	ข้อใดกล่าวถึงการตอบสนองของสัตว์ <u>ไม่ถูกต้อง</u> ก. การตอบสนองโดยระบบประสาทเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ข. การตอบสนองโดยระบบประสาทมีผลระยะสั้น ค. การตอบสนองของสัตว์ถูกควบคุมโดยระบบประสาทเท่านั้น ง. ระบบประสาทใช้การเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าและสารเคมีในการควบคุมการตอบสนอง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.73	0.25	ใช้ได้ (ไม่นำไปใช้)
2.	จากรูป หากทำการตัดบริเวณหมายเลข 1 สิ่งมีชีวิตชนิดนี้จะเป็นอย่างไร	+1	+1	+1	+1	0	0.8	0.75	0.30	ใช้ได้ (นำไปใช้)



- ก. ซีเลียหลุดออกไป
 ข. ไม่สามารถควบคุมการพัดโบกของซีเลีย
 ค. สิ่งมีชีวิตยังคงเคลื่อนที่ได้ปกติ
 ง. สิ่งมีชีวิตไม่สามารถดำรงชีวิตได้

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ						p	r	การนำไปใช้
		1	2	3	4	5	IOC			
3.	กลุ่มสิ่งมีชีวิตข้อใดที่มีระบบประสาทรูปแบบ A และ B ตามลำดับ A. เซลล์ประสาทเรียงต่อกันเป็นร่างแห B. เซลล์ประสาทรวมกลุ่มที่บริเวณหัว (nerve ganglion) และมีเส้นประสาทยาวตลอดลำตัว 2 เส้น และมีเส้นประสาทตามขวางล้อมรอบ ก. แมงกะพรุน หมึกกล้วย ข. ดอกไม้ทะเล พลานาเรีย ค. ดาวทะเล กุ้ง ง. ไฮดรา ไส้เดือนดิน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.28	0.15	ใช้ไม่ได้ (ไม่นำไปใช้)
4.	สิ่งมีชีวิตชนิดใดที่มีระบบประสาทรูปแบบเดียวกัน ก. ดาวทะเล ดอกไม้ทะเล ข. ไส้เดือนดิน พลานาเรีย ค. จิ้งหรีด ไส้เดือนดิน ง. ไฮดรา ฟองน้ำ	+1	0	+1	+1	0	0.6	0.45	0.30	ใช้ได้ (นำไปใช้)
5.	ข้อใดกล่าวถึงระบบประสาทแบบขั้นบันได (ladder-type nervous system) ได้ถูกต้อง ก. พบได้ในสัตว์กลุ่มไนดาเรีย ข. มีการรวมกลุ่มของเซลล์ประสาทเป็นปมประสาทอยู่ตามข้อปล้องต่าง ๆ ค. มีเส้นประสาทที่มีลักษณะกลวงอยู่ทางด้านหลัง ง. มีการรวมกลุ่มของเซลล์ประสาทที่บริเวณหัว (nerve ganglion) และมีเส้นประสาทแยกออกมา 2 เส้น	+1	0	+1	+1	+1	0.8	0.53	0.45	ใช้ได้ (นำไปใช้)

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ						<i>p</i>	<i>r</i>	การนำไปใช้
		1	2	3	4	5	IOC			
6.	ข้อใดกล่าวถึงการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพารามีเซียม ได้ถูกต้อง ก. พารามีเซียมไม่มีเซลล์ประสาท จึงไม่สามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้ามาก ข. พารามีเซียมไม่มีเซลล์ประสาท แต่มีเส้นใยประสานงานช่วยควบคุมการเคลื่อนที่ในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า ค. พารามีเซียมมีเซลล์ประสาท ซึ่งแต่ละเซลล์เชื่อมโยงกันทั่วร่างกาย ควบคุมการตอบสนองต่อสิ่งเร้า ง. พารามีเซียมมีเซลล์ประสาท ซึ่งแต่ละเซลล์รวมกลุ่มกันเป็นปมประสาทควบคุมการตอบสนองต่อสิ่งเร้า	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.70	0.40	ใช้ได้ (นำไปใช้)
7.	หากนำเข็มจิ้มไปที่หนวด (tentacle) ของไฮดรา ดังรูป ไฮดราจะมีการตอบสนองอย่างไร	+1	+1	0	+1	0	0.6	0.50	0.30	ใช้ได้ (นำไปใช้)

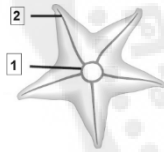


- ก. ส่วนของหนวดที่ถูกเข็มจิ้ม ไม่สามารถเคลื่อนไหวได้อีก
- ข. ทั้งหนวดและส่วนอื่น ๆ ของร่างกายหดสั้นลง
- ค. เฉพาะบริเวณที่ถูกเข็มแทงหดสั้นลง
- ง. ไฮดราเคลื่อนที่หนีอย่างรวดเร็ว

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ						<i>p</i>	<i>r</i>	การนำไปใช้
		1	2	3	4	5	IOC			
8.	สิ่งมีชีวิตและโครงสร้างที่ทำหน้าที่รับรู้และตอบสนองในข้อใด<u>ไม่สัมพันธ์กัน</u> ก. พารามีเซียม-เส้นใยประสาท (nerve fiber) ข. หอยสองฝา-ปมประสาท (nerve ganglion) ค. หมึก-สมอง (brain) ง. มนุษย์-สมองและไขสันหลัง (brain and spinal cord)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.23	0.35	ใช้ได้ (นำไปใช้)
9.	ข้อใดเปรียบเทียบระบบประสาทของไส้เดือนดินกับกิ้งก่าได้ถูกต้อง ก. มีระบบประสาทแบบเดียวกัน คือ มีเส้นประสาทอยู่ทางด้านหลังของลำตัว และมีปมประสาทอยู่ตามข้อปล้อง ข. มีระบบประสาทแบบเดียวกัน คือ มีเส้นประสาทอยู่ทางด้านท้องของลำตัว และมีปมประสาทอยู่ตามข้อปล้อง ค. มีระบบประสาทต่างกัน คือ ไส้เดือนดินมีเส้นประสาทอยู่ทางด้านท้องของลำตัวแต่ไม่มีปมประสาทอยู่ตามข้อปล้อง ส่วนกิ้งก่ามีเส้นประสาทอยู่ทางด้านท้องของลำตัวและมีปมประสาทอยู่ตามข้อปล้อง ง. มีระบบประสาทต่างกัน คือ ไส้เดือนดินมีเส้นประสาทอยู่ทางด้านหลังของลำตัวและมีปมประสาทอยู่ตามข้อปล้อง ส่วนกิ้งก่ามีเส้นประสาทอยู่ทางด้านหลังของลำตัวแต่ไม่มีปมประสาทอยู่ตามข้อปล้อง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.50	0.30	ใช้ได้ (นำไปใช้)

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ						p	r	การนำไปใช้
		1	2	3	4	5	IOC			
10.	ข้อใดกล่าวถึงระบบประสาทของสัตว์มีกระดูกสันหลัง <u>ไม่ถูกต้อง</u> ก. มีเส้นประสาทที่มีลักษณะกวางอยู่ทางด้านหลัง ข. มีการรวมกลุ่มของเซลล์ประสาทที่บริเวณหัว ค. มีปมประสาทและเส้นประสาทแยกออกจากสมองและไขสันหลัง ง. ระบบประสาทส่วนกลางประกอบขึ้นจากสมองและระบบประสาทรอบนอกประกอบขึ้นจากไขสันหลัง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.48	0.55	ใช้ได้ (นำไปใช้)
11.	จากรูป หมายเลข 1 และหมายเลข 2 คือโครงสร้างใด ตามลำดับ  ก. nerve net, coordinating fiber ข. radial nerve, nerve cord ค. nerve ring, nerve net ง. nerve ring, radial nerve	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.60	0.50	ใช้ได้ (นำไปใช้)
12.	สิ่งมีชีวิตในข้อใดที่ <u>ไม่มี</u> ระบบประสาท ก. ฟองน้ำ พารามีเซียม ข. ฟองน้ำ พลานาเรีย ค. พารามีเซียม ดอกไม้ทะเล ง. พลานาเรีย ดอกไม้ทะเล	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.60	0.40	ใช้ได้ (นำไปใช้)

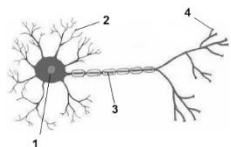
ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ						<i>p</i>	<i>r</i>	การนำไปใช้
		1	2	3	4	5	IOC			
13.	เพราะเหตุใด ร่างประสาท (nerve net) มีคุณสมบัติแตกต่างกับเซลล์ประสาท (neuron) ก. ส่งกระแสประสาทได้เร็วกว่า ข. ส่งกระแสประสาทได้ช้ากว่า ค. ทิศทางการส่งกระแสประสาทไม่แน่นอน ง. สามารถสร้างฮอร์โมนได้	+1	+1	-1	+1	+1	0.60	0.55	0.30	ใช้ได้ (ไม่นำไปใช้)
14.	ไส้เดือนดินมีระบบประสาทเจริญดีกว่าดาวทะเลเพราะมีโครงสร้างในข้อใด ก. nerve ganglion ข. nerve net ค. spinal cord ง. brain	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.65	0.30	ใช้ได้ (ไม่นำไปใช้)
15.	ข้อใดไม่ใช่ปัจจัยที่ทำให้สัตว์มีการตอบสนองที่ซับซ้อนมากขึ้น ก. จำนวนและชนิดของเซลล์ประสาทเพิ่มมากขึ้น ข. การรวมกลุ่มกันของเซลล์ประสาทที่บริเวณหัว ค. เซลล์ประสาทกระจายไปควบคุมในบริเวณต่าง ๆ ของร่างกาย ง. การมีเส้นใยประสาทงานอยู่ระหว่างเซลล์	+1	0	+1	+1	+1	0.80	0.25	0.20	ใช้ไม่ได้ (ไม่นำไปใช้)

หมายเหตุ

การคัดเลือกแบบทดสอบที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้ ต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป มีค่าความยาก – ง่าย (*p*) อยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 และมีค่าอำนาจการจำแนก (*r*) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

ตาราง 15 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก – ง่าย (p) และค่าอำนาจการจำแนก (r) ของแบบทดสอบรายข้อ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท

ข้อ	คำถาม	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ						p	r	การนำไปใช้
		1	2	3	4	5	IOC			
1.	จากรูปข้อใดกล่าวถูกต้อง 	+1	0	+1	+1	+1	0.80	0.55	0.30	ใช้ได้ (นำไปใช้)
	ก. หมายเลข 1 คือ ตัวเซลล์ ทำหน้าที่รับและส่งกระแสประสาท									
	ข. หมายเลข 2 คือ เดนไดรต์ (dendrite) ทำหน้าที่นำกระแสประสาทเข้าสู่ตัวเซลล์									
	ค. หมายเลข 3 คือ ซินแนปติกเคลฟท์ (synaptic cleft) เป็นบริเวณที่เกิดการส่งกระแสประสาทระหว่างเซลล์									
	ง. หมายเลข 4 คือ แอกซอน ฮิลล็อก (axon hillock) ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของกระแสประสาทก่อนส่งไปยังเซลล์อื่น									
2.	ข้อใดกล่าวถึงใยประสาทแอกซอนได้ถูกต้อง ก. เป็นแขนงสั้น ๆ และภายในมีไมโทคอนเดรียบรรจุอยู่ ข. เป็นส่วนที่ทำหน้าที่รับกระแสประสาทที่ถูกส่งมาจากภายนอก ค. เป็นส่วนที่มีสารจำพวกลิพิดเป็นเยื่อหุ้มอยู่รอบ ๆ เป็นระยะ ๆ ง. ในเซลล์ประสาทหนึ่งเซลล์อาจมีแอกซอนมากกว่าหนึ่งเส้น	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.40	0.40	ใช้ได้ (ไม่นำไปใช้)

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ						p	r	การนำไปใช้
		1	2	3	4	5	IOC			
5.	ข้อใดกล่าวถึงเซลล์ประสาทในระยะพัก <u>ไม่ถูกต้อง</u> ก. ศักย์ไฟฟ้าของเยื่อหุ้มเซลล์มีค่าประมาณ -70 มิลลิโวลต์ (mV) ข. ความเข้มข้นของ Na^+ ภายในเซลล์ประสาทน้อยกว่าภายนอกเซลล์ ค. ความเข้มข้นของ K^+ ภายนอกเซลล์ประสาทน้อยกว่าภายในเซลล์ ง. โซเดียมโพแทสเซียมปั๊ม จะปั๊ม Na^+ 2 โมเลกุลออกจากเซลล์ และปั๊ม K^+ 3 โมเลกุลเข้าสู่เซลล์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.33	0.15	ใช้ไม่ได้ (ไม่นำไปใช้)
6.	ข้อใดกล่าวถูกต้องเมื่อเซลล์ประสาทถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าที่มีผลทำให้ช่อง Na^+ เปิดออก ก. ศักย์ไฟฟ้าของเยื่อเซลล์ลดลงและลดโอกาสการเกิดแอกชันโพเทนเชียล ข. ศักย์ไฟฟ้าของเยื่อเซลล์เพิ่มขึ้นและลดโอกาสการเกิดแอกชันโพเทนเชียล ค. ศักย์ไฟฟ้าของเยื่อเซลล์ลดลงและเพิ่มโอกาสการเกิดแอกชันโพเทนเชียล ง. ศักย์ไฟฟ้าของเยื่อเซลล์เพิ่มขึ้นและเพิ่มโอกาสการเกิดแอกชันโพเทนเชียล	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.65	0.30	ใช้ได้ (นำไปใช้)

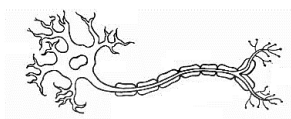
ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ						p	r	การนำไปใช้
		1	2	3	4	5	IOC			
9.	หากมีสิ่งรบกวนไปกระตุ้นเซลล์ประสาทบริเวณหนึ่งซ้ำกันหลายๆครั้ง ในขณะที่ผิวด้านนอกของเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทนั้นยังมีประจุลบ จะมีผลต่อเซลล์ประสาทอย่างไร ก. เกิดกระแสประสาทที่แรงมากขึ้น ข. เกิดกระแสประสาทขนาดเท่าเดิม ค. ไม่เกิดกระแสประสาท ง. เส้นใยประสาทเสียหาย	+1	+1	-1	+1	+1	0.60	0.50	0.30	ใช้ได้ (ไม่นำไปใช้)
10.	ข้อใดกล่าวถึงเซลล์ประสาทที่มีเยื่อไมอีลิน (myelin sheath) ได้ถูกต้อง ก. การเคลื่อนที่ของกระแสประสาทเกิดบริเวณที่มีเยื่อไมอีลินหุ้มอยู่ ข. การเคลื่อนที่ของกระแสประสาทเกิดบริเวณ node of Ranvier ค. เซลล์ประสาทที่มีเยื่อไมอีลินหุ้มจะทำให้บริเวณ node of Ranvier มีความเป็นฉนวนกันประจุไฟฟ้า ง. การส่งกระแสประสาทจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และเหนี่ยวนำบริเวณข้างเคียงให้เกิดกระแสประสาทตามไปด้วย	+1	0	+1	+1	+1	0.80	0.68	0.25	ใช้ได้ (ไม่นำไปใช้)

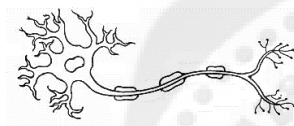
ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ						p	r	การนำไปใช้
		1	2	3	4	5	IOC			
11.	เซลล์ประสาทในข้อใด ส่งกระแสประสาทภายในเซลล์ประสาทได้ช้าที่สุด	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.75	0.40	ใช้ได้ (นำไปใช้)

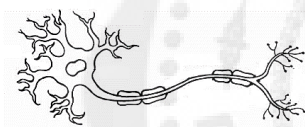
ก.



ข.



ค.



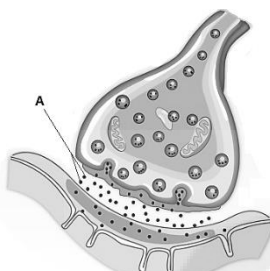
ง.



ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ						<i>p</i>	<i>r</i>	การนำไปใช้
		1	2	3	4	5	IOC			
12.	จากตัวเลือกต่อไปนี้ ข้อใดเรียงลำดับการถ่ายทอดกระแสประสาทถูกต้อง 1. แอกซอน (axon) 2. เดนไดรต์ (dendrite) 3. ตัวเซลล์ประสาท (cell body) 4. ไซแนปส์ติคเคิลฟต์ (synaptic cleft)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.35	0.30	ใช้ได้ (นำไปใช้)
	ก. 2 → 4 → 3 → 1									
	ข. 2 → 3 → 4 → 1									
	ค. 4 → 2 → 3 → 1									
	ง. 4 → 3 → 2 → 1									
13.	เพราะเหตุใด เมื่อเราทานยาแก้หวัดบางชนิดแล้วทำให้รู้สึกง่วง ก. ยาจะเข้าไปกระตุ้นให้หัวใจเต้นช้าลง ข. ยามีฤทธิ์ทำลายเอนไซม์ที่มาสลายสารสื่อประสาท ค. ยาไประงับการปล่อยสารสื่อประสาท ง. ยามีผลไปลดการส่งเลือดไปเลี้ยงสมอง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.78	0.35	ใช้ได้ (นำไปใช้)

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ						<i>p</i>	<i>r</i>	การนำไปใช้
		1	2	3	4	5	IOC			
14.	จากรูป A คืออะไร และถูกหลังจาก ใยประสาทใดไปยังใยประสาทใดของ อีกเซลล์หนึ่ง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.73	0.35	ใช้ได้ (นำไปใช้)
 ก. A คือสารสื่อประสาท หลังจาก แอกซอนไปยังเดนไดรต์ ข. A คือสารสื่อประสาท หลังจาก เดนไดรต์ไปยังแอกซอน ค. A คือกระแสประสาท หลังจาก แอกซอนไปยังเดนไดรต์ ง. A คือกระแสประสาท หลังจาก เดนไดรต์ไปยังแอกซอน										
15.	สารสื่อประสาทชนิดหนึ่งกระตุ้นเยื่อ หุ้มเซลล์ประสาทหลังไซแนปส์ ทำให้ Na ⁺ ซึมผ่านเข้าไปในเซลล์ประสาทได้ อย่างรวดเร็ว จากกระบวนการนี้ทำให้ เกิดเหตุการณ์ใด	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.55	0.30	ใช้ได้ (นำไปใช้)
ก. polarization ข. depolarization ค. repolarization ง. hyperpolarization										

หมายเหตุ

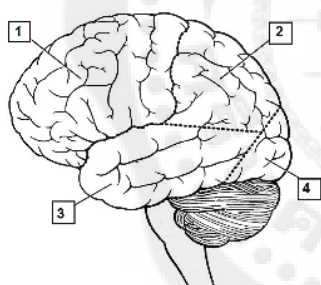
การคัดเลือกแบบทดสอบที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้ ต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป มีค่าความยาก – ง่าย (*p*) อยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 และมีค่าอำนาจการจำแนก (*r*) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

ตาราง 16 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก – ยาก (p) และค่าอำนาจการจำแนก (r) ของแบบทดสอบรายข้อ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ในหัวข้อโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท

ข้อ	คำถาม	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ						p	r	การนำไปใช้
		1	2	3	4	5	IOC			
1.	ข้อใดกล่าว <u>ไม่ถูกต้อง</u> ก. สมองและไขสันหลังของมนุษย์เจริญมาจากนิวรัลทิวบ์ (neural tube) ข. เยื่อหุ้มสมองชั้น arachnoid mater เป็นชั้นที่ติดกับสมองและ ไขสันหลัง ค. ส่วนปลายของไขสันหลังจะมีส่วนของเส้นประสาทไขสันหลังซึ่งมีเฉพาะเส้นใยประสาทเท่านั้น ง. น้ำเลี้ยงสมองและไขสันหลังสามารถใช้ตรวจสอบความผิดปกติของเยื่อหุ้มสมองหรือของไขสันหลัง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.38	0.45	ใช้ได้ (นำไปใช้)
2.	ข้อใดกล่าว <u>ไม่ถูกต้อง</u> ก. เส้นประสาทไขสันหลังทุกคู่ทำหน้าที่เป็นเส้นประสาทผสม ข. เส้นประสาทสมอง บางคู่ทำหน้าที่เป็นเส้นประสาทรับความรู้สึก บางคู่ทำหน้าที่เป็นเส้นประสาทสั่งการ และบางคู่ทำหน้าที่เป็นเส้นประสาทผสม ค. สมองส่วนที่เป็นเนื้อสีเทาซึ่งอยู่ด้านนอกของสมอง ประกอบด้วยตัวเซลล์ประสาทและแอกซอนที่ไม่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม ง. ไขสันหลังส่วนที่เป็นเนื้อสีเทา ซึ่งอยู่ด้านในของไขสันหลัง ประกอบด้วยตัวเซลล์ประสาทและแอกซอนที่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.33	0.45	ใช้ได้ (นำไปใช้)

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ						<i>p</i>	<i>r</i>	การนำไปใช้
		1	2	3	4	5	IOC			
5.	สมองส่วนใดของมนุษย์ที่ควบคุมการหายใจเข้าออกในขณะที่นอนหลับ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.75	0.30	ใช้ได้ (นำไปใช้)
	1. สมองส่วน cerebrum									
	2. สมองส่วน pons									
	3. สมองส่วน medulla oblongata									
	ก. 1									
	ข. 1 และ 3									
	ค. 2 และ 3									
	ง. 1 2 และ 3									
6.	โครงสร้างส่วนใดของสมองที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการได้ยิน	+1	+1	-1	+1	0	0.40	0.40	0.25	ใช้ไม่ได้ (ไม่นำไปใช้)

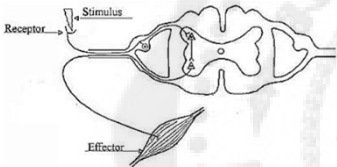


- ก. 1
ข. 2
ค. 3
ง. 4

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ						p	r	การนำไปใช้
		1	2	3	4	5	IOC			
7.	หลังจากที่พิษช็อกกำลังกายอย่างหนัก ทำให้เกิดอาการกระหายน้ำ จากเหตุการณ์นี้สมองส่วนใดทำหน้าที่ควบคุมการกระหายน้ำ ก. pons ข. medulla oblongata ค. hypothalamus ง. thalamus	+1	+1	-1	+1	+1	0.60	0.58	0.55	ใช้ได้ (ไม่นำไปใช้)
8.	นายอ้วนถูกทำร้ายร่างกาย โดยคนร้ายใช้อาวุธทุบเข้าที่บริเวณท้ายทอย ทำให้สมองของนายอ้วนถูกกระทบกระเทือน พฤติกรรมที่นายอ้วนจะแสดงออกมาข้อใดมีความเป็นไปได้มากที่สุด ก. นายอ้วนมีอาการความจำเสื่อม จำไม่ได้ว่าตัวเองเป็นใคร ข. นายอ้วนเกิดอาการไร้สมรรถภาพทางเพศ ค. นายอ้วนไม่เข้าใจสิ่งที่ผู้อื่นพูด ต้องให้ผู้อื่นอธิบายหลายครั้ง ง. นายอ้วนไม่สามารถเดินให้ตรงทางและควบคุมการหยิบจับของลำบากมากขึ้น	+1	+1	-1	+1	+1	0.60	0.73	0.45	ใช้ได้ (นำไปใช้)

ตาราง 16 (ต่อ)

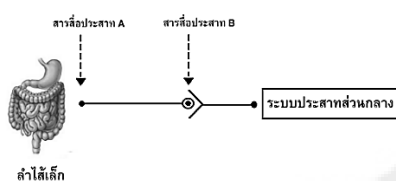
ข้อ	คำถาม	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ						<i>p</i>	<i>r</i>	การนำไปใช้
		1	2	3	4	5	IOC			
9.	สัตว์ชนิดใดมีสมองส่วน optic lobe ขนาดใหญ่ที่สุด เมื่อเทียบกับสมองส่วนอื่น ๆ ก. ลิง ข. กบ ค. งู ง. ปลา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.38	0.45	ใช้ได้ (ไม่นำไปใช้)
10	การตอบสนองในข้อใดที่ใช้ reflex arc ตามแผนภาพนี้  ก. การรู้สึกเจ็บเมื่อเท้าไปเหยียบเศษแก้ว ข. การดึงขาขึ้นเมื่อถูกเคาะที่เข่า ค. การชักมือหนีเมื่อสัมผัสกับแก้วที่ร้อนจัด ง. การเอามือปิดลูกบาสที่เข้ามาด้วยความเร็ว	+1	+1	+1	+1	0	0.80	0.30	0.10	ใช้ไม่ได้ (ไม่นำไปใช้)

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ						<i>p</i>	<i>r</i>	การนำไปใช้
		1	2	3	4	5	IOC			
11.	ข้อใดต่อไปนี้ทำหน้าที่สั่งงาน การชัก มือออกทันที เมื่อสัมผัสโดนหม้อที่ ร้อน ก. ไฮสันหลัง ข. สมองส่วน cerebrum ค. สมองส่วน cerebrum และ ไฮสันหลัง ง. หน่วยปฏิบัติงาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.55	0.30	ใช้ได้ (นำไปใช้)
12.	วงจรประสาทในข้อใดที่ประกอบด้วย เซลล์ประสาทสั่งการ 2 เซลล์ A การกระตุ้นขาหนีจากเศษแก้ว B การหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ C การกระพริบตาเมื่อแมลงบิน ผ่านใกล้ตา D การขยายของรูม่านตา ก. B และ D ข. A และ C ค. C และ B ง. A และ D	+1	0	+1	+1	0	0.60	0.40	0.30	ใช้ได้ (นำไปใช้)

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ						p	r	การนำไปใช้
		1	2	3	4	5	IOC			
13.	แผนภาพแสดงการควบคุมการทำงานของลำไส้เล็กด้วยระบบประสาทอัตโนมัติ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.43	0.35	ใช้ได้ (นำไปใช้)



ข้อใดจับคู่สารสื่อประสาท A และ B
ได้ถูกต้อง ถ้าการควบคุมผ่านระบบ
ประสาทซิมพาเทติก

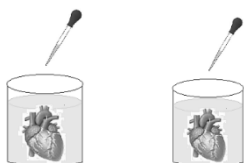
	สารสื่อประสาท A	สารสื่อประสาท B
ก	acetylcholine	acetylcholine
ข	norepinephrine	acetylcholine
ค	norepinephrine	norepinephrine
ง	acetylcholine	norepinephrine

14.	ข้อใดเปรียบเทียบระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติได้ถูกต้อง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.58	0.35	ใช้ได้ (นำไปใช้)
-----	---	----	----	----	----	----	------	------	------	---------------------

	ระบบประสาท โซมาติก	ระบบประสาท อัตโนมัติ
ก	มีสมองเป็นศูนย์สั่งการ	มีไขสันหลังเป็นศูนย์สั่งการ
ข	ทำงานได้อ่านใจจิตใจ	ทำงานนอกอำนาจจิตใจ
ค	มีกล้ามเนื้อเรียบเป็นหน่วยปฏิบัติงาน	มีกล้ามเนื้อลายเป็นหน่วยปฏิบัติงาน
ง	เกิด reflex action	ไม่เกิด reflex action

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ	คำถาม	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ						p	r	การนำไปใช้
		1	2	3	4	5	IOC			
15.	จากแผนภาพการทดลองต่อไปนี้ บีกเกอร์ X บีกเกอร์ Y	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	0.33	0.35	ใช้ได้ (นำไปใช้)



บีกเกอร์ X เติมสารละลาย norepinephrine ส่วนบีกเกอร์ Y เติมสารละลาย acetylcholine

ข้อใดเป็นผลสรุปที่ถูกต้องที่สุดของการทดลองนี้

- ก. หัวใจในบีกเกอร์ X และ บีกเกอร์ Y มีอัตราการเต้นของหัวใจช้าลง
- ข. หัวใจในบีกเกอร์ X และ บีกเกอร์ Y มีอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น
- ค. หัวใจในบีกเกอร์ X มีอัตราการเต้นของหัวใจช้าลง ส่วนหัวใจในบีกเกอร์ Y มีอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น
- ง. หัวใจในบีกเกอร์ X มีอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น ส่วนหัวใจในบีกเกอร์ Y มีอัตราการเต้นของหัวใจช้าลง

หมายเหตุ

การคัดเลือกแบบทดสอบที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้ ต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป มีค่าความยาก – ง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 และมีค่าอำนาจการจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

3. ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสอบถามความพึงพอใจ

ตาราง 17 ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ผลสรุป
	1	2	3	4	5	
ด้านเนื้อหา						
1. ความรู้ที่ได้จากการเรียนในหัวข้อการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้
2. ความรู้ที่ได้จากการเรียนในหัวข้อเซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้
3. ความรู้ที่ได้จากการเรียนในหัวข้อโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้						
4. กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้
5. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้
6. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้เรียนรู้และทำงานเป็นกลุ่ม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้
7. กิจกรรมการเรียนรู้มีระยะเวลาที่เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้
8. สถานที่ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้
ด้านสื่อมัลติมีเดีย						
9. สื่อมัลติมีเดียมีความน่าสนใจ กระตุ้นให้อยากเรียน	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้

ตาราง 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ผลสรุป
	1	2	3	4	5	
10. สื่อมัลติมีเดียช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในหัวข้อนั้น ๆ ได้ง่ายขึ้น	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้
	สม	สม	สม	สม	สม	
11. สื่อมัลติมีเดียมีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้
	สม	สม	สม	สม	สม	



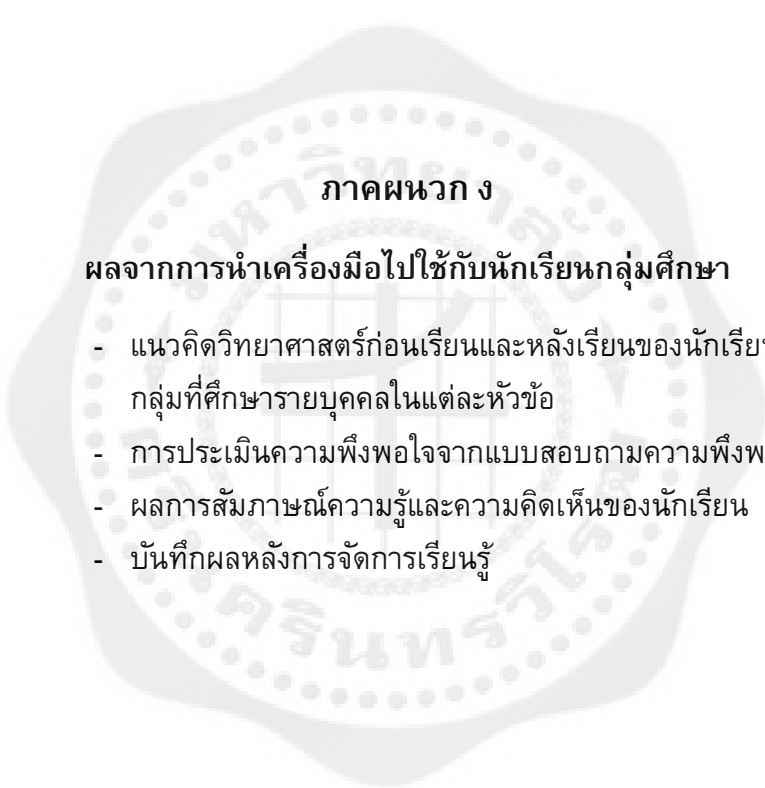
4. ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสัมภาษณ์

ตาราง 18 ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสัมภาษณ์ลักษณะกึ่งโครงสร้างเชิงวิชาการและเชิงความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย

คำถามที่ใช้สัมภาษณ์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ผลสรุป
	1	2	3	4	5	
การสัมภาษณ์เชิงวิชาการ						
1. จงบอกโครงสร้างที่ใช้ในการรับรู้และตอบสนองของพารามีเซียม ไฮดรา ดาวทะเล ไส้เดือนดิน แมลงหอย และคน ตามลำดับ	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้
2. สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น ไฮดรา ดาวทะเล พลาเนียเรีย ไส้เดือนดิน และแมลง มีการรับรู้และตอบสนองเหมือนหรือต่างกันอย่างไร	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้
3. เซลล์ประสาทมีส่วนประกอบอะไรบ้าง และแต่ละส่วนทำหน้าที่อย่างไร	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้
4. หากจำแนกชนิดของเซลล์ประสาทตามโครงสร้างและตามหน้าที่ จะจำแนกได้แบบละกี่ชนิด อะไรบ้าง	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้
5. การเกิดกระแสประสาทมีกระบวนการหรือกลไกในการเกิดอย่างไร จงอธิบายอย่างคร่าว ๆ	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้
6. การถ่ายทอดกระแสประสาทจากเซลล์ประสาทหนึ่งไปยังเซลล์ประสาทอีกเซลล์หนึ่งมีกลไกอย่างไร จงอธิบายอย่างคร่าว ๆ	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้
7. ระบบประสาทส่วนกลางของมนุษย์ประกอบด้วยอะไรบ้าง และมีหน้าที่สำคัญอย่างไร	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้

ตาราง 18 (ต่อ)

คำถามที่ใช้สัมภาษณ์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ผลสรุป
	1	2	3	4	5	
8. ระบบประสาทรอบนอกของมนุษย์ประกอบด้วยอะไรบ้าง และมีหน้าที่สำคัญอย่างไร	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้
9. การสั่งการของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้
การสัมภาษณ์เชิงความคิดเห็น						
1. นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนรู้ในรูปแบบนี้น่าสนใจหรือไม่	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้
2. นักเรียนคิดว่าการจัดการเรียนรู้แบบนี้กระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ อยากค้นหาคำตอบด้วยตนเอง มากกว่าการเรียนรู้แบบบรรยายหรือไม่	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้
3. นักเรียนคิดว่าการเรียนแบบนี้ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนและทำงานร่วมกันมากขึ้นกว่าการเรียนรู้แบบบรรยายหรือไม่	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้
4. นักเรียนอยากให้การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน มีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียแทนการเรียนรู้แบบบรรยายหรือไม่ เพราะอะไร	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	นำไปใช้



ภาคผนวก ง

ผลจากการนำเครื่องมือไปใช้กับนักเรียนกลุ่มศึกษา

- แนวคิดวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน
กลุ่มที่ศึกษารายบุคคลในแต่ละหัวข้อ
- การประเมินความพึงพอใจจากแบบสอบถามความพึงพอใจ
- ผลการสัมภาษณ์ความรู้และความคิดเห็นของนักเรียน
- บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลจากการนำเครื่องมือไปใช้กับนักเรียนกลุ่มศึกษา

1. แนวคิดวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา รายบุคคลในแต่ละหัวข้อ

ตาราง 19 แนวคิดวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษารายบุคคลในหัวข้อ
การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต

นักเรียน คนที่	ประเภทแนวคิดวิทยาศาสตร์*		นักเรียน คนที่	ประเภทแนวคิดวิทยาศาสตร์*	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	PU/SM	SU	19	SM	SU
2	PU/SM	SU	20	NU	PU
3	SM	SU	21	SM	SU
4	SM	PU	22	PU/SM	SU
5	SM	SU	23	SM	SU
6	SM	PU	24	PU/SM	SU
7	PU/SM	PU	25	SM	SU
8	SM	SU	26	PU/SM	PU
9	PU/SM	SU	27	SM	SU
10	SM	SU	28	SM	SU
11	SM	SU	29	PU/SM	SU
12	SM	SU	30	SM	SU
13	SM	SU	31	SM	SU
14	SM	PU	32	PU/SM	SU
15	PU/SM	SU	33	SM	PU
16	SM	SU	34	SM	SU
17	SM	PU	35	SM	SU
18	SM	SU			

*SU หมายถึง แนวคิดวิทยาศาสตร์ PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน PU/SM หมายถึง แนวคิด
ถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน และ NU หมายถึง ไม่มี
แนวคิด

ตาราง 20 แนวคิดวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษารายบุคคลในหัวข้อ
เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท

นักเรียน คนที่	ประเภทแนวคิดวิทยาศาสตร์*		นักเรียน คนที่	ประเภทแนวคิดวิทยาศาสตร์*	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	PU/SM	SU	19	SM	PU
2	SM	PU	20	NU	PU
3	SM	SU	21	SM	SU
4	SM	PU	22	SM	PU
5	SM	SU	23	SM	SU
6	NU	PU/SM	24	PU/SM	SU
7	SM	PU	25	SM	SU
8	SM	SU	26	NU	PU
9	SM	PU	27	SM	SU
10	SM	SU	28	SM	SU
11	SM	SU	29	PU/SM	PU
12	SM	PU	30	SM	SU
13	SM	SU	31	SM	PU
14	NU	PU/SM	32	PU/SM	SU
15	PU/SM	SU	33	SM	PU
16	SM	SU	34	SM	SU
17	SM	PU	35	NU	SU
18	SM	SU			

*SU หมายถึง แนวคิดวิทยาศาสตร์ PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน PU/SM หมายถึง แนวคิด
ถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน และ NU หมายถึง ไม่มี
แนวคิด

ตาราง 21 แนวคิดวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษารายบุคคลในหัวข้อ
โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท

นักเรียน คนที่	ประเภทแนวคิดวิทยาศาสตร์*		นักเรียน คนที่	ประเภทแนวคิดวิทยาศาสตร์*	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	PU/SM	SU	19	SM	PU
2	SM	PU	20	NU	PU/SM
3	SM	SU	21	SM	PU
4	SM	PU	22	SM	PU
5	SM	SU	23	SM	PU
6	SM	PU	24	SM	PU
7	SM	PU	25	SM	SU
8	SM	SU	26	NU	PU
9	SM	PU	27	SM	PU
10	SM	PU	28	PU/SM	SU
11	SM	PU	29	SM	PU/SM
12	SM	PU	30	SM	PU
13	SM	SU	31	SM	PU
14	NU	PU/SM	32	PU/SM	SU
15	SM	PU	33	NU	PU
16	PU/SM	SU	34	SM	PU
17	SM	PU	35	SM	PU
18	SM	PU			

*SU หมายถึง แนวคิดวิทยาศาสตร์ PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน PU/SM หมายถึง แนวคิด
ถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน และ NU หมายถึง ไม่มี
แนวคิด

2. การประเมินความพึงพอใจจากแบบสอบถามความพึงพอใจ

ตาราง 22 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อ
มัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท

รายการประเมิน	ความพึงพอใจของนักเรียน	
	$\bar{x} \pm SD$	ระดับความ พึงพอใจ
ด้านเนื้อหา		
1. ความรู้ที่ได้จากการเรียนในหัวข้อการรับรู้และการ ตอบสนองของสิ่งมีชีวิต	4.5 $\pm$ 0.51	มาก
2. ความรู้ที่ได้จากการเรียนในหัวข้อเซลล์ประสาทและ การทำงานของเซลล์ประสาท	4.4 $\pm$ 0.61	มาก
3. ความรู้ที่ได้จากการเรียนในหัวข้อโครงสร้างและการ ทำงานของระบบประสาท	4.4 $\pm$ 0.50	มาก
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้		
4. กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.2 $\pm$ 0.57	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่นักเรียนเป็น ผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	4.1 $\pm$ 0.63	มาก
6. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้เรียนรู้ และทำงานเป็นกลุ่ม	4.0 $\pm$ 0.84	มาก
7. กิจกรรมการเรียนรู้มีระยะเวลาที่เหมาะสม	4.0 $\pm$ 0.84	มาก
8. สถานที่ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความ เหมาะสม	4.3 $\pm$ 0.71	มาก
ด้านสื่อมัลติมีเดีย		
9. สื่อมัลติมีเดียมีความน่าสนใจ กระตุ้นให้อยากเรียน	4.3 $\pm$ 0.66	มาก
10. สื่อมัลติมีเดียช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในหัวข้อ นั้น ๆ ได้ง่ายขึ้น	4.4 $\pm$ 0.65	มาก
11. สื่อมัลติมีเดียมีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน	4.6 $\pm$ 0.49	มากที่สุด
รวม	4.3 $\pm$ 0.21	มาก

3. ผลการสัมภาษณ์ความรู้และความคิดเห็นของนักเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มนักเรียนจากกลุ่มที่ศึกษาจำนวน 9 คน เป็นนักเรียนชาย 5 คน และเป็นนักเรียนหญิง 4 คน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เพื่อทำการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเชิงวิชาการ เพื่อตรวจสอบความรู้หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ จำนวนทั้งหมด 9 คำถาม และเชิงความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย จำนวนทั้งหมด 4 คำถาม

3.1 ผลการสัมภาษณ์ความรู้ของนักเรียน

การสัมภาษณ์เชิงวิชาการในหัวข้อการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต หัวข้อเซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท และหัวข้อโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาจำนวน 9 คน โดยแต่ละคำถามจะอิงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

(1) อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต ผู้วิจัยใช้คำถามว่า “จงบอกโครงสร้างที่ใช้ในการรับรู้และการตอบสนองของพารามีเซียม ไฮดรา ดาวทะเล ไส้เดือนดิน แมลง หอย และคน ตามลำดับ” ผลการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกโครงสร้างหลักที่ใช้ในการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ได้ แต่ยังมีนักเรียนบางคนที่ไม่สามารถบอกโครงสร้างที่ใช้ในการรับรู้และการตอบสนองของไส้เดือนดิน แมลง และหอยได้อย่างถูกต้องและครบถ้วนทั้งหมด ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

ผู้วิจัย: จงบอกโครงสร้างที่ใช้ในการรับรู้และการตอบสนองของพารามีเซียม ไฮดรา ดาวทะเล ไส้เดือนดิน แมลง หอย และคน ตามลำดับ

นร. 1: พารามีเซียม ตรงโคนของซีเลียจะมี *coordinating fiber* ไว้ควบคุมการพัดโบกของซีเลีย ไฮดรามี *nerve net* คือ เส้นใยที่ต่อ ๆ กันเป็นตะข่ายร่างแห ดาวทะเลใช้ *nerve ring* เป็นวงตรงกลางตัว และมี *radial nerve* แดกแขนงไปตามแนกลำตัว ไส้เดือนดินจะมีสมองและมีส่วนที่ยื่นออกจากสมอง นั่นคือ *spinal cord* ส่วนแมลงจะเหมือนกับไส้เดือนดิน หอยมีระบบประสาทกระจายไปตามตัว ส่วนคนจะมีสมองและไขสันหลัง รวมถึงเส้นประสาทกระจายไปทั่วร่างกาย

นร. 4: พารามีเซียมใช้ *coordinating fiber* ไฮดราใช้ *nerve net* ดาวทะเลใช้ *radial nerve* และ *ring nerve* ไส้เดือนดินใช้เส้นประสาทและปมประสาทตามข้อปล้อง แล้วก็ยังมี *brain* ส่วนแมลงก็เหมือนกับไส้เดือนดิน หอยมีเส้นประสาทกับปมประสาท ส่วนคนมีสมอง ไขสันหลัง เส้นประสาท และปมประสาท ค่ะ

นร. 7: อืม...พารามีเซียมมี *coordinating fiber* ไฮดราใช้ *nerve net* ดาวทะเลมี *nerve ring* แล้วแตกแขนงเป็น *radial nerve* ไส้เดือนดินมีสมอง และมี

ปมประสาทตามข้อปล้อง แผลงก็มีปมประสาทตามข้อปล้อง และมีสมองเช่นกัน หอยมี
ปมประสาทตามอวัยวะที่สำคัญ ส่วนคนมีสมอง ไขสันหลัง และเส้นประสาทรอบนอก

(2) เปรียบเทียบวิธีการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว สัตว์ไม่มี
กระดูกสันหลัง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง ผู้วิจัยใช้คำถามว่า “สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น ไฮดรา
ดาวทะเล พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แผลง มีวิธีการรับรู้และตอบสนองเหมือนหรือต่างกันอย่างไร” ผล
การสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนส่วนมากตอบว่าสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังแต่ละชนิด มีวิธีการรับรู้และ
ตอบสนองแตกต่างกัน โดยสัตว์ที่มีวิวัฒนาการต่ำจะมีการรับรู้และตอบสนองอย่างง่าย เมื่อเทียบกับ
สัตว์ที่มีวิวัฒนาการสูงขึ้น ระบบประสาทจะดีขึ้น ทำให้การรับรู้และตอบสนองซับซ้อนขึ้น ดังตัวอย่าง
คำตอบต่อไปนี้

ผู้วิจัย: สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น ไฮดรา ดาวทะเล พลาเนเรีย ไส้เดือน
ดิน แผลง มีวิธีการรับรู้และตอบสนองเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

นร. 5: แตกต่างครับ...โดยสัตว์ที่มีวิวัฒนาการสูงขึ้นก็จะมีสมอง มีไขสันหลัง
ในขณะที่สัตว์ที่มีวิวัฒนาการต่ำ เช่น ไฮดรา ก็จะไม่ มี คือระบบการรับรู้และตอบสนอง
จะแตกต่างกันครับ แต่ทั้งหมดก็ล้วนรับรู้และตอบสนองได้ครับ

นร. 8: แตกต่างกัน ถ้าเป็นสัตว์ที่มีวิวัฒนาการต่ำ อย่างพวก ไฮดรา
พารามีเซียม ก็จะมีระบบประสาทที่ไม่ดีเท่าสัตว์ที่มีวิวัฒนาการสูงกว่า

นร. 2: แตกต่างกัน เช่น nerve net ของไฮดรา เวลามีการตอบสนอง กระแส
ประสาทจะแพร่ไปทั้งตัว แต่ถ้าเป็นสัตว์ที่มีระบบประสาทที่ดีขึ้น เช่น มีสมอง มี
ปมประสาท ก็จะควบคุมได้เฉพาะส่วนได้ดีขึ้น

(3) อธิบายโครงสร้างของเซลล์ประสาท ผู้วิจัยใช้คำถามว่า “เซลล์ประสาทมี
ส่วนประกอบอะไรบ้าง และแต่ละส่วนทำหน้าที่อย่างไร” ผลการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนส่วนมาก
สามารถบอกโครงสร้างของเซลล์ประสาทได้ว่า ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่ cell body และ cell
process ซึ่งแบ่งเป็น dendrite และ axon รวมถึงสามารถอธิบายหน้าที่ของแต่ละส่วนได้ นอกจากนี้
นักเรียนบางคนยังสามารถอธิบายส่วนประกอบอื่น ๆ ของเซลล์ประสาท อย่างเช่น ส่วนที่เป็น
myelin sheath หรือบริเวณที่เรียกว่า node of Ranvier ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

ผู้วิจัย: เซลล์ประสาทมีส่วนประกอบอะไรบ้าง และแต่ละส่วนทำหน้าที่
อย่างไร

นร. 3: เซลล์ประสาทจะแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักครับ คือ cell body กับอีกส่วน
คือ cell process เป็นส่วนที่ยื่นออกมา ซึ่งส่วนนี้จะแบ่งเป็น dendrite กับ axon ครับ

ส่วนหน้าที่ของ dendrite จะทำหน้าที่รับกระแสประสาทเข้ามา ผ่าน cell body ซึ่งเป็นทางผ่านไปยัง axon ซึ่งจะส่งกระแสประสาทไปยังเซลล์ถัดไป

นร. 6: มี dendrite มีตัวเซลล์ มี axon มี myelin sheath มี node of Ranvier หน้าที่ก็คือ จะมีการส่งกระแสประสาทจากปลาย axon ของเซลล์ประสาทหนึ่ง มายังส่วนของ dendrite ซึ่งภายใน dendrite ก็จะมีตัวเซลล์ จากนั้นส่งมายังส่วนของ axon ข้ามส่วนที่เป็น myelin sheath เพราะบริเวณนี้จะเป็นฉนวน กระแสประสาทก็จะส่งบริเวณ node of Ranvier

นร. 9: มีตัวเซลล์ และจะมีแขนง ได้แก่ dendrite ทำหน้าที่รับกระแสประสาท และ axon ทำหน้าที่ส่งต่อกระแสประสาท

(4) จำแนกชนิดของเซลล์ประสาทตามโครงสร้างและตามหน้าที่ ผู้วิจัยใช้คำถามว่า “หากจำแนกชนิดของเซลล์ประสาทตามโครงสร้างและตามหน้าที่ จะจำแนกได้แบบละกี่ชนิด อะไรบ้าง” ผลการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนส่วนมากสามารถระบุชนิดของเซลล์ประสาทได้ว่า ถ้าแบ่งตามโครงสร้างจะมี 3 ชนิด ได้แก่ unipolar neuron, bipolar neuron และ multipolar neuron ถ้าแบ่งตามหน้าที่จะมี 3 ชนิด ได้แก่ sensory neuron, interneuron (association neuron) และ motor neuron ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

ผู้วิจัย: หากจำแนกชนิดของเซลล์ประสาทตามโครงสร้างและตามหน้าที่ จะจำแนกได้แบบละกี่ชนิด อะไรบ้าง

นร. 1: ถ้าแบ่งตามโครงสร้าง ก็จะแบ่งเป็น unipolar แบบขั้วเดียว ซึ่งบางทีจะแบ่งย่อยอีกเป็น pseudounipolar ก็คือ ขั้วเดียวเทียม... แล้วก็จะมี bipolar แบบสองขั้ว และ multipolar แบบหลายขั้ว ถ้าแบ่งตามหน้าที่ ก็จะมี sensory neuron รับกระแสประสาทเข้ามาส่งไปยัง CNS แล้วก็มี interneuron อยู่ระหว่าง PNS กับ CNS และ motor neuron ทำหน้าที่สั่งการครับ

นร. 7: แบบละ 3 ชนิด แบบโครงสร้าง คือ unipolar ซึ่งอาจแบ่งเป็น pseudounipolar ด้วย มี bipolar และ multipolar ถ้าแบ่งตามหน้าที่ ก็จะมี sensory neuron, association neuron และ motor neuron ค่ะ

นร. 4: เซลล์ประสาทมี 3 ชนิด ก็คือ unipolar และอาจมีย่อยลงไป คือ pseudounipolar เป็นเซลล์ประสาทขั้วเดียวเทียมที่มีอยู่แถว ๆ ปมประสาทรากบนของไขสันหลัง แล้วก็มี bipolar neuron อยู่ตาม receptor พวกตา จมูก แล้วก็มี multipolar neuron จะพบได้มากที่สุด ถ้าแบ่งตามหน้าที่ จะมีเซลล์ประสาทรับความรู้สึก มี interneuron และ motor neuron

(5) อธิบายการเกิดและการเคลื่อนที่ของของกระแสประสาทรวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท ผู้วิจัยใช้คำถามว่า “การเกิดกระแสประสาทมีกระบวนการหรือกลไกในการเกิดอย่างไร จงอธิบายอย่างคร่าว ๆ ” ผลการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการเกิดกระแสประสาทได้อย่างคร่าว ๆ ว่าประกอบด้วยระยะอะไรบ้าง สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ประสาทช่วงที่เกิดการกระตุ้น อย่างไรก็ตาม มีนักเรียนส่วนหนึ่งที่สามารถบอกได้แค่ระยะในการเกิดกระแสประสาท แต่ยังไม่สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบริเวณเซลล์ประสาท ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

ผู้วิจัย: การเกิดกระแสประสาทมีกระบวนการหรือกลไกในการเกิดอย่างไร จงอธิบายอย่างคร่าว ๆ

นร. 2: การเกิดกระแสประสาทต้องเริ่มจากการกระตุ้นก่อน การกระตุ้นก็มีหลายแบบ คือ อาจจะกระตุ้นที่ K^+ channel หรือที่ Na^+ channel ก็ได้ แต่ว่าถ้าจะทำให้เกิดนั้น เราจะต้องทำให้ขั้วมีความเป็นบวกมากขึ้น เพราะงั้นก็คือกระตุ้นที่ Na^+ channel เพื่อให้ Na^+ ไหลเข้าเซลล์มากขึ้น จนทำให้ความต่างศักย์เพิ่มขึ้น จนถึงระดับ threshold ก็จะขึ้นไปจนถึง action potential พอไปถึงจุดนั้นก็คือเกิดกระแสประสาทครับ

นร. 5: ตอนแรกจะอยู่ที่ resting stage ที่มีความต่างศักย์ที่ -70 mV มีการกระตุ้นจนมาถึงจุดจุดหนึ่ง คือ threshold คือถ้าถึงจุดนี้จะทำให้เกิด action potential แต่ถ้าไม่ถึงก็จะกลับไปยัง resting stage เรียกว่า all-or-none พอเกิด action potential จากนั้นจะเป็นระยะ repolarization จากนั้นศักย์ไฟฟ้าจะลดต่ำกว่า resting stage เรียก hyperpolarization แล้วก็กลับมาระยะ resting stage

นร. 8: มันจะมีระยะ depolarization, repolarization, hyperpolarization แล้วกลับมาที่ระยะพัก resting stage

(6) อธิบายการถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างเซลล์ประสาท ผู้วิจัยใช้คำถามว่า “การถ่ายทอดกระแสประสาทจากเซลล์ประสาทหนึ่งไปยังเซลล์ประสาทอีกเซลล์หนึ่งมีกลไกอย่างไร จงอธิบายอย่างคร่าว ๆ ” ผลการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายได้ว่า การถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างเซลล์จะอาศัยสารสื่อประสาท (neurotransmitter) ที่มีการหลั่งจากปลาย axon ของเซลล์ประสาทหนึ่ง ไปจับที่ตัวรับ (receptor) ที่อยู่บน dendrite ของเซลล์ประสาทถัดไป เพื่อกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ประสาทนั้น จนเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสประสาทในเซลล์ประสาทเซลล์ถัดไปได้ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

ผู้วิจัย: การถ่ายทอดกระแสประสาทจากเซลล์ประสาทหนึ่งไปยังเซลล์ประสาทอีกเซลล์หนึ่งมีกลไกอย่างไร จงอธิบายอย่างคร่าว ๆ

นร. 9: ถ้าเป็นไซแนปส์แบบ *chemical synapse* กระแสประสาทจะไหลมาจนถึงปลาย *axon* แล้วจะมีการส่งสารสื่อประสาทไปกระตุ้นให้เกิดกระแสประสาทในเซลล์ถัดไป

นร. 6: จะส่งจากปลาย *axon* ไปยัง *dendrite* ก็คือ ถ้าแคลเซียมหลัง มันจะมี *neurotransmitter* จากปลาย *axon* ไปจับกับ *receptor* บน *dendrite* แล้วจะทำให้ *channel* บน *dendrite* เปิดออก ทำให้ไอเดียมเข้าไป

นร. 3: ใน *synaptic vesicle* ที่บรรจุสารสื่อประสาท จะปล่อยสารเหล่านี้โดยวิธี *exocytosis* ให้ไปจับกับ *receptor* ที่อยู่บน *dendrite* ของอีกเซลล์หนึ่ง ก็จะทำให้ช่องไอออนมันเปิดออก จากนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงของไอออน เหนียวนาให้เกิด *action potential*

(7) อธิบายโครงสร้างและหน้าที่สำคัญของสมองและไขสันหลัง ผู้วิจัยใช้คำถามว่า “ระบบประสาทส่วนกลางของมนุษย์ประกอบด้วยอะไรบ้าง และมีหน้าที่สำคัญอย่างไร” ผลการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกได้ว่า ระบบประสาทส่วนกลางประกอบด้วยสมองและไขสันหลัง ทำหน้าที่สำคัญในการควบคุมการรับรู้และตอบสนองต่าง ๆ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

ผู้วิจัย: ระบบประสาทส่วนกลางของมนุษย์ประกอบด้วยอะไรบ้าง และมีหน้าที่สำคัญอย่างไร

นร. 4: ก็มีสมองกับไขสันหลัง เป็นส่วนกลางของระบบประสาท

นร. 1: สมองและไขสันหลัง สมองจะเป็นศูนย์การควบคุมในเรื่องต่าง ๆ ส่วนไขสันหลัง...การตอบสนองบางอย่างสั่งการจากไขสันหลัง ทำให้เกิดการตอบสนองอย่างรวดเร็วครับ

นร. 7: ก็สมองกับไขสันหลัง ทำหน้าที่รับรู้ความรู้สึก ตอบสนอง จดจำ และประมวลผล ประมาณนั้นค่ะ

(8) อธิบายชนิดและหน้าที่ของเส้นประสาทสมองและเส้นประสาทไขสันหลัง ผู้วิจัยใช้คำถามว่า “ระบบประสาทรอบนอกของมนุษย์ประกอบด้วยอะไรบ้างและมีหน้าที่สำคัญอย่างไร” ผลการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนส่วนมากสามารถบอกได้ว่า ระบบประสาทรอบนอกประกอบด้วยเส้นประสาทสมอง เส้นประสาทไขสันหลัง รวมถึงประสาทตามส่วนต่าง ๆ แต่ยังไม่สามารถอธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบเหล่านี้ได้ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

ผู้วิจัย: ระบบประสาทรอบนอกของมนุษย์ประกอบด้วยอะไรบ้าง และมีหน้าที่สำคัญอย่างไร

นร. 2: ก็จะมี...เส้นประสาทสมอง เป็นเส้นประสาทที่แตกออกมาจากสมอง และมีเส้นประสาทที่แตกออกมาจากไขสันหลัง หน้าที่ของมันก็คือ มันจะไปช่วยควบคุมการทำงานของเซลล์ต่าง ๆ ให้ร่างกายสามารถรับรู้และตอบสนองได้

นร. 8: เส้นประสาทกับปมประสาท ก็จะมีการแตกแขนงไปทั่วร่างกาย

นร. 5: มีเส้นประสาทสมอง 12 คู่ กับเส้นประสาทไขสันหลัง 31 คู่ ช่วยควบคุมร่างกาย ตอบสนองอะไรแบบนี้

(9) เปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติ ผู้วิจัยใช้คำถามว่า “การสั่งการของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร” ผลการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่า การสั่งการของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติแตกต่างกัน โดยระบบประสาทโซมาติกจะอยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ สามารถควบคุมการตอบสนองได้ ในขณะที่ระบบประสาทอัตโนมัติจะอยู่นอกอำนาจจิตใจ ไม่สามารถควบคุมการตอบสนองได้ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

ผู้วิจัย: การสั่งการของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

นร. 3: ระบบประสาทโซมาติกจะใช้เซลล์ประสาทสั่งการ 1 เซลล์ แต่ในขณะที่ระบบประสาทอัตโนมัติ จะใช้เซลล์ประสาทสั่งการ 2 เซลล์ครับ หน้าที่ก็ต่างครับ อย่างโซมาติกจะเกี่ยวกับพวกสิ่งที่เราสามารถควบคุมได้ เช่น มือ กล้ามเนื้อลายอย่างนี้ที่เราควบคุมได้ แต่ถ้าเป็นอัตโนมัติก็คือ พวกที่เราควบคุมไม่ได้ เช่น กล้ามเนื้อเรียบ หัวใจ ประสาทนี้ค่ะ

นร. 6: แตกต่างกัน....โซมาติกจะอยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ ก็เป็น *voluntary* แต่ถ้าเป็นอัตโนมัติ อยู่นอกอำนาจจิตใจ เราไม่สามารถควบคุมมันได้ ก็เป็น *involuntary*

นร. 9: ต่างกัน...คือ โซมาติก ก็จะควบคุมได้ว่าส่วนไหนตอบสนอง แต่ถ้าเป็นอัตโนมัติ ก็จะเป็น *sympathetic* กับ *parasympathetic* ซึ่งควบคุมไม่ได้

3.2 ผลการสัมภาษณ์ความรู้ของนักเรียน

การสัมภาษณ์เชิงความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย โดยผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาจำนวน 9 คน จำนวน 4 คำถาม ดังต่อไปนี้

(1) ตรวจสอบความน่าสนใจของกิจกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้คำถามว่า “นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนรู้ในรูปแบบนี้น่าสนใจหรือไม่” ผลการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่า การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้มีความน่าสนใจ เป็นการเรียนรู้รูปแบบใหม่ที่นำเอาเทคโนโลยีมาบูรณาการกับเนื้อหาที่เรียน ทำให้กระตุ้นความสนใจของนักเรียน ทำให้เห็นภาพชัดเจนมากขึ้น

เกิดการเปรียบเทียบของเนื้อหาได้โดยตรง รวมทั้งช่วยกระตุ้นการคิด การตั้งคำถามด้วยตนเอง แล้วจึงพยายามหาคำตอบ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

ผู้วิจัย: นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนรู้ในรูปแบบนี้น่าสนใจหรือไม่

นร. 1: ผมว่ามันเป็นประโยชน์ เราได้เห็นของจริงจากวิดีโอ ช่วยกระตุ้นความสนใจ ทำให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น

นร. 7: มันก็น่าสนใจค่ะ ก็คือ ถ้าเรามีคำถามก่อนเรียน แล้วในระหว่างเราเรียน เราก็พยายามหาคำตอบของคำถามเหล่านั้น ว่าสรุปแล้วมันตอบว่าอะไร

นร. 4: ก็น่าสนใจเพราะว่า เป็นการเรียนแบบใหม่ที่นำเอาเทคโนโลยีมาบูรณาการกับเนื้อหาค่ะ อย่างถ้า... ครูบรรยายอย่างเดียวก่อนแบบในหนังสือ หนูก็จะไม่เห็นของจริง ด้วยเนื้อหาที่ยาก การได้ดูวิดีโอก่อน ทำให้กระตุ้นให้เราเกิดคำถามว่าทำไมถึงเป็นอย่างนั้น ทำไมถึงเป็นอย่างนี้ และสามารถเปรียบเทียบได้โดยตรงเลย เพราะว่าเรามีสื่อวิดีโอ มีเสียง คือเราก็จะเห็นภาพว่ามันเป็นแบบนี้แบบนั้น แต่ถ้าในหนังสือบรรยายอย่างเดียว เห็นรูปก็จริงแต่ว่ามันไม่ใช่ภาพเคลื่อนไหว หนูยังชอบการทำแลปด้วยค่ะ เพราะว่า เราได้ใช้เครื่องมือจริง ๆ ได้เห็นของจริง และทำให้เกิดคำถามต่าง ๆ ขึ้นมากมายเลยค่ะ

(2) การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียกับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย การจัดการเรียนรู้แบบใดทำให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ดีกว่ากัน ผู้วิจัยใช้คำถามว่า “นักเรียนคิดว่าการจัดการเรียนรู้แบบนี้กระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ อยากค้นหาคำตอบด้วยตนเอง มากกว่าการเรียนแบบบรรยายหรือไม่” ผลการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่า การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ ได้เกิดการคิด เกิดการตั้งคำถาม แล้วค้นหาคำตอบด้วยตนเอง มากกว่าการเรียนแบบบรรยาย ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

ผู้วิจัย: นักเรียนคิดว่าการจัดการเรียนรู้แบบนี้กระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ อยากค้นหาคำตอบด้วยตนเอง มากกว่าการเรียนแบบบรรยายหรือไม่

นร. 2: มันน่าสนใจ เหมือนแบบ...บางทีสมมติว่ามีคำถามอะไรที่ค้างคาใจมาก ๆ เราก็อยากจะค้นหาคำตอบของมัน แล้วก็ดูวิดีโอก็เหมือนกับการสรุปคร่าว ๆ ให้เรา แล้วถ้าเราไปได้ไปเรียนซ้ำอีกรอบ ก็เหมือนกับการทวน แล้วถ้าสมมติเรารู้อะไรมาก่อน พอมาฟังอีกรอบหนึ่ง มันจะทำให้เราสนใจมากขึ้น

นร. 6: อืม...ก็ใช่ค่ะ เพราะถ้าเป็นแบบบรรยาย หนูอ่านเองก็ได้ แต่ถ้ามีวิดีโอแบบนี้ เราก็จะเห็นอะไรที่แตกต่างไป ซึ่งอาจจะมียางสิ่งที่ไม่ได้อยู่ในหนังสือเรียน ทำให้กระตุ้นให้เกิดการคิด การตั้งคำถามขึ้นมาค่ะ

นร. 8: ก็ได้คิดค่ะ ทำให้เราอยากรู้ว่าที่จริงแล้วเป็นยังไง เพราะตอนแรกเรา
ได้คิดเองไว้ก่อน พอได้เรียนรู้แล้ว ถ้าไม่ตรงกับที่เราคิด เราก็จะรับเอาความรู้ที่ถูกเข้า
ไปแทนค่ะ

(3) การเปรียบเทียบการเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
รวมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียกับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย การเรียนรู้แบบใดที่นักเรียนได้
แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและฝึกการทำงานร่วมกันมากกว่ากัน ผู้วิจัยใช้คำถามว่า “นักเรียนคิดว่า
การเรียนรู้แบบนี้ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนและทำงานร่วมกันมากขึ้นกว่าการ
เรียนแบบบรรยายหรือไม่” ผลการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่า กิจกรรมต่าง ๆ ช่วย
ให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกัน ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ได้ปรึกษากัน เพื่อช่วยกันหาคำตอบ มากกว่าการ
เรียนแบบบรรยาย ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

ผู้วิจัย: นักเรียนคิดว่าการเรียนรู้แบบนี้ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความ
คิดเห็นกับเพื่อนและทำงานร่วมกันมากขึ้นกว่าการเรียนรู้แบบบรรยายหรือไม่

นร. 3: เราได้ทำงานด้วยกัน ช่วยกันหาคำตอบ ก็สนุกดีค่ะ เพราะได้ทำงาน
ร่วมกับเพื่อนมากขึ้นค่ะ

นร. 6: ได้แลกเปลี่ยนความรู้กันดีค่ะ เพราะเพื่อนก็ช่วยกัน ถามกันว่าอันนี้
คิดว่าเป็นอะไร ญกริป่าว อะไรแบบนี้ค่ะ

นร. 7: แน่นนอนเลยค่ะ อย่างเช่นกิจกรรมที่ครูให้ทำ เราก็ต้องช่วยกันคิดกับ
เพื่อน มีการปรึกษากัน แล้วถ้าเรามีคำถามขึ้นมา ก็จะได้ช่วยกันคิดกับเพื่อน ๆ ค่ะ

(4) ตรวจสอบความต้องการของนักเรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ระหว่างการ
จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้รวมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียกับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย
ผู้วิจัยใช้คำถามว่า “นักเรียนอยากให้การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน มีการจัดการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะหาความรู้รวมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียแทนการเรียนแบบบรรยายหรือไม่ เพราะอะไร” ผลการ
สัมภาษณ์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ต้องการให้มีการจัดการเรียนรู้นี้ เนื่องจากการใช้สื่อ
มัลติมีเดียเข้ามาในการเรียนการสอน ช่วยกระตุ้นและดึงดูดความสนใจ ทำให้เข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น
ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

ผู้วิจัย: นักเรียนอยากให้การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน มีการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้รวมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียแทนการเรียนแบบบรรยายหรือไม่
เพราะอะไร

นร. 9: ผมชอบดูวิดีโอนะ ทำให้ผมเห็นภาพ และเข้าใจมากขึ้นครับ

นร. 3: อยากค่ะ เพราะในวิดีโอทำให้เราเห็นภาพชัดกว่า เข้าใจได้ดีขึ้นมาก

นร. 4: ก็ดีเลยนะค่ะ เพราะช่วยกระตุ้นความสนใจดีค่ะ ดีกว่าสอนอย่างเดียว

4. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อ การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต

ความรู้ที่นักเรียนได้รับ

โครงสร้างที่ใช้ในการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น พารามีเซียม สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น ไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แมลง หอย และสัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น คน เป็นต้น รวมถึงเปรียบเทียบวิธีการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง

บรรยากาศในชั้นเรียน

นักเรียนให้ความสนใจต่อการทำกิจกรรมค่อนข้างมาก เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนไม่เคยได้พบมาก่อน ซึ่งแตกต่างจากการเรียนที่เน้นการบรรยายอย่างที่ผ่านมา ดังนั้นนักเรียนจึงมีความกระตือรือร้นและให้ความสนใจในการเรียนเป็นอย่างดี โดยในชั้นสร้างความสนใจนักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจและตั้งใจตอบคำถาม ส่วนในขั้นสำรวจและค้นคว้า นักเรียนจะต้องทำการทดลองเป็นกลุ่มเพื่อศึกษาการรับรู้และตอบสนองต่อสารเคมีของพารามีเซียม พบว่าเกิดความล่าช้าและใช้เวลาค่อนข้างนานในช่วงปฏิบัติการทดลอง เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ไม่ทราบวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์อย่างถูกวิธี ส่วนในช่วงการทำกิจกรรมการชมวิดิทัศน์ ครูมอบหมายให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่นักเรียนได้จากการดูวิดิทัศน์ลงในใบกิจกรรม แต่อย่างไรก็ตามพบว่า นักเรียนไม่เข้าใจว่าควรจะจดบันทึกจากสิ่งที่ได้ดูจากวิดิทัศน์อย่างไร เนื่องจากไม่เคยทำกิจกรรมรูปแบบนี้มาก่อน นอกจากนี้ นักเรียนยังไม่สามารถบันทึกสิ่งที่ได้ดูจากวิดิทัศน์ในรอบแรก ครูจำเป็นต้องเปิดทวนให้นักเรียนดูหลายรอบ

ปัญหาที่พบ

นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ทราบวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์ ถึงแม้ว่านักเรียนจะเคยได้เรียนหลักการใช้กล้องจุลทรรศน์มาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แต่ก็ยังประสบปัญหาไม่สามารถปรับกล้องและการใช้อย่างถูกต้อง ส่งผลให้การทดลองเป็นใช้เวลาค่อนข้างนาน นอกจากนี้ในช่วงการทำกิจกรรมการชมวิดิทัศน์ นักเรียนยังไม่แน่ใจว่าควรจะบันทึกออกมาในรูปแบบไหน หรือควรจะเขียนอย่างไร เนื่องจากนักเรียนไม่เคยทำกิจกรรมรูปแบบนี้มาก่อน นอกจากนี้นักเรียนไม่สามารถจดบันทึกสาระสำคัญได้ในรอบแรกของการชมวิดิทัศน์ แต่จะสามารถเริ่มจดบันทึกได้ตั้งแต่รอบที่ 2-3 ของการชมวิดิทัศน์

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อ เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท

ความรู้ที่นักเรียนได้รับ

อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ประสาท ระบุชนิดของเซลล์ประสาทที่จำแนกตามโครงสร้างและหน้าที่ พร้อมยกตัวอย่าง อธิบายการเกิดและการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท และอธิบายการถ่ายทอดกระแสประสาทจากเซลล์ประสาทหนึ่งไปยังอีกเซลล์ประสาทหนึ่ง

บรรยากาศในชั้นเรียน

สำหรับการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อนี้ นักเรียนให้ความสนใจและตื่นตัวกับสื่อวีดิทัศน์ที่ครูเปิดให้ดู รวมถึงนักเรียนสามารถจดบันทึกสิ่งที่ได้ดูจากวีดิทัศน์ลงในใบกิจกรรมในลักษณะของความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเอง โดยเมื่อให้นักเรียนจดบันทึกสาระสำคัญที่ได้จากการชมวีดิทัศน์พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจว่าควรจะบันทึกสิ่งที่ตัวเองได้ชมมาอย่างไร และมีการแลกเปลี่ยนความรู้กันภายในกลุ่ม และภายในชั้นเรียน ดังนั้นการใช้สื่อมัลติมีเดียเข้ามาช่วยในการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้ดียิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม จากการสอบถามพูดคุยกับนักเรียนทำให้ทราบว่า เนื้อหาเรื่องนี้ค่อนข้างยาก มีความซับซ้อน และต้องใช้จินตนาการทำให้นักเรียนอาจจะยังไม่ค่อยเข้าใจเนื้อหาสาระเท่าที่ควร และอาจจะต้องใช้เวลาในการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม

ปัญหาที่พบ

ปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 จะเป็นเรื่องเนื้อหาสาระของหัวข้อนี้ที่ค่อนข้างเป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า มีความซับซ้อน โดยจากการสอบถามนักเรียน ซึ่งลงความเห็นกันว่าเนื้อหาเรื่องนี้ค่อนข้างยาก และทำให้นักเรียนค่อนข้างสับสน โดยเฉพาะเรื่องการทำงานของระบบประสาท ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ประสาทเพื่อกระตุ้นให้เกิดกระแสประสาท

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อ โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท

ความรู้ที่นักเรียนได้รับ

อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของสมองส่วนต่าง ๆ และไขสันหลัง อธิบายชนิดและหน้าที่ของเส้นประสาทสมองและเส้นประสาทไขสันหลัง และเปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติ

บรรยากาศในชั้นเรียน

โดยธรรมชาติของเนื้อหาในหัวข้อนี้มีรายละเอียดค่อนข้างมาก ครูผู้สอนจึงได้จัดกิจกรรมในชั้นเรียน โดยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ซึ่งครูได้จัดกิจกรรมฐานขึ้นมา โดยในแต่ละฐานจะมีใบความรู้ที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษา ช่วยกันอภิปราย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน จากการทำกิจกรรมนี้พบว่า นักเรียนได้รับความรู้ และเกิดความสนุกสนานในการทำกิจกรรม

ปัญหาที่พบ

เนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 พบว่า มีรายละเอียดสำคัญค่อนข้างมาก รวมถึงเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรม และมีความซับซ้อน ครูจึงต้องจัดกิจกรรมในชั้นเรียนให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน รวมถึงใช้สื่อมัลติมีเดีย เช่น สื่อวีดิทัศน์ เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระได้ดียิ่งขึ้น

ภาคผนวก จ

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในงานวิจัย
- สื่อวีดิทัศน์ที่ใช้ในงานวิจัย
- ใบกิจกรรมบันทึกสื่อวีดิทัศน์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา รหัสวิชา ว32242

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

ระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต

เวลา 4 คาบ (200 นาที)

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

สาระสำคัญ

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดสามารถรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ ความสามารถนี้เกี่ยวข้องกับระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อ สำหรับสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น พารามีเซียม การตอบสนองเกิดจากเส้นใยประสานงาน ส่วนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิดมีร่างแหประสาท สัตว์บางชนิดมีปมประสาทและเส้นประสาท ขณะที่สัตว์มีกระดูกสันหลังมีทั้งสมอง ไขสันหลัง ปมประสาท และเส้นประสาท

จุดประสงค์การเรียนรู้

หลังจากเรียนเรื่องนี้แล้ว นักเรียนมีความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ดังนี้

ด้านความรู้ (K)

- อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการรับรู้และตอบสนองของพารามีเซียม ไฮดรา พลานาเรีย แมลงและสัตว์มีกระดูกสันหลัง
- เปรียบเทียบวิธีการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

ทักษะในการปฏิบัติการทดลอง

ด้านคุณลักษณะ (A)

การมีความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน

สาระการเรียนรู้

1. สิ่งมีชีวิตมีการรับรู้และการตอบสนองต่อสิ่งต่าง ๆ เกิดจากการทำงานของระบบประสาท (nervous system) และระบบต่อมไร้ท่อ (endocrine system)

- ระบบประสาท: ตอบสนองรวดเร็ว และสิ้นสุดการตอบสนองเร็ว
- ระบบต่อมไร้ท่อ: ตอบสนองช้า แต่จะคงอยู่เป็นเวลานาน

ระบบทั้ง 2 จะทำงานร่วมกันเพื่อควบคุมร่างกายเรียกว่า ระบบประสานงาน (coordinating system)

ขั้นตอนในการรับรู้และตอบสนองของมนุษย์: สิ่งเร้า → หน่วยรับความรู้สึก → เซลล์ประสาทรับความรู้สึก → หน่วยแปลความรู้สึก → เซลล์ประสาทสั่งการ → หน่วยปฏิบัติงาน

2. การตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

พารามีเซียม ไม่มีระบบประสาท แต่สามารถรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งต่าง ๆ ได้ เนื่องจากภายในเยื่อหุ้มเซลล์มีเส้นใยเชื่อมโยงระหว่างโคนของซิเลียแต่ละเส้นเข้าด้วยกัน เพื่อควบคุมการพัดโบกของซิเลีย เรียกเส้นใยเหล่านี้ว่า เส้นใยประสานงาน (coordinating fiber)

3. การตอบสนองของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

- ฟองน้ำยังไม่มีระบบประสาท เซลล์แต่ละเซลล์ของฟองน้ำมีการรับรู้และตอบสนองได้เอง โดยไม่ต้องมีการประสานงานระหว่างเซลล์

- ไนดาเรีย ได้แก่ ไฮดรา ปะการัง กัลปังหา ดอกไม้ทะเล แมงกะพรุน เป็นต้น เซลล์ประสาทของไฮดราจะเชื่อมโยงกันเป็นร่างแห เรียกกระบวนประสาทรูปแบบนี้ว่า ร่างแหประสาท (nerve net)

- ดาวทะเล จะมีการสร้างวงแหวนประสาท (nerve ring) อยู่บริเวณกลางลำตัว และมีการแยกแขนงของเส้นประสาทไปตามแฉกซี่มือ (radial nerve) ในแต่ละแขนงของดาวทะเล

- หนอนตัวแบน เช่น พลาเนเรีย จะมีเซลล์ประสาทรวมตัวกันเป็นกลุ่มที่บริเวณหัว เรียกว่า ปมประสาท (nerve ganglion) หรือ สมอง (brain) และยังมีเส้นประสาท (nerve cord) ที่แยกออกจากสมองยาวตลอดลำตัวทางด้านข้าง 2 เส้น และมีเส้นประสาทตามขวางล้อมรอบเห็นเป็นแนวพาดผ่าน มีลักษณะคล้ายขั้นบันได (ladder-type nervous system)

- พวงแอนเนลิด เช่น ไส้เดือนดิน และพวกอาร์โทพอด เช่น แมลง กิ้งก่า จะมียเส้นประสาทอยู่ทางด้านท้องของลำตัว (ventral nerve cord) และมีการรวมกลุ่มของเซลล์ประสาทเป็นปมประสาท (nerve ganglion) ขนาดใหญ่ที่บริเวณส่วนหัว ทำหน้าที่เป็นสมอง และมีปมประสาทอยู่ตามข้อปล้อง

- กลุ่มของมอลลัสก์ ในพวกหอยฝาเดียวและหอยสองฝา มีปมประสาทอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญของร่างกาย เช่น บริเวณหัว เท้า และอวัยวะภายใน ส่วนพวกหอยมีกระบวนประสาทเจริญดี มีสมองที่มีการแบ่งส่วนในการทำหน้าที่ต่าง ๆ มีเส้นประสาทขนาดใหญ่

4. การตอบสนองของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

สัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น คน มีระบบประสาทที่พัฒนามาก เซลล์ประสาทส่วนใหญ่รวมกันที่บริเวณหัว และมีการพัฒนาไปเป็นสมอง (brain) และมีระบบประสาทที่ทอดยาวตามลำตัวทางด้านหลัง (dorsal nerve cord) เรียกว่า ไขสันหลัง (spinal cord) ระบบประสาทของคนแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system; CNS) ประกอบด้วยสมองและไขสันหลัง และระบบประสาทรอบนอก (peripheral nervous system; PNS) ประกอบด้วยเส้นประสาทสมองและเส้นประสาทไขสันหลัง

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1: ขั้นสร้างความสนใจ (10 นาที)

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยครูแสดงภาพลวงตาต่าง ๆ แล้วให้นักเรียนตอบคำถาม ดังนี้

- จากภาพ นักเรียนเห็นเส้นทั้งหมดเป็นเส้นตรง ชนกันหรือไม่
- จากภาพ นักเรียนเห็นเป็นรูปก้นหอย หรือแฉวงกลมซ้อนกัน
- จากภาพ นักเรียนเห็นวงกลม A และวงกลม B มีขนาดเท่ากันหรือไม่
- จากภาพ ให้นักเรียนระบุสีต่าง ๆ ตามการมองเห็นของแต่ละคำออกมา โดย

ไม่ใช่ตามชื่อสีที่พิมพ์

2. จากการทำกิจกรรมข้างต้น ครูตั้งคำถามชวนคิดว่า

- เพราะสาเหตุใดนักเรียนบางคนจึงตอบถูก และบางคนจึงตอบผิด (แต่ละคนมีการรับรู้และตอบสนองที่แตกต่างกัน)
- นักเรียนจะอธิบายการรับรู้และตอบสนองจากการทำกิจกรรมข้างต้นได้อย่างไร

(นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้หลากหลาย โดยครูอาจช่วยปรับความคิดเห็นเหล่านั้น เพื่อให้ นักเรียนสามารถสรุปได้ว่า แสงที่กระทบภาพคือ สิ่งเร้า ซึ่งมากกระทบอวัยวะรับสัมผัสหรือหน่วยรับความรู้สึกคือ ตา ซึ่งมีเซลล์ประสาทรับความรู้สึกเป็นตัวกลางส่งกระแสประสาทไปยังหน่วยแปลความรู้สึกนั่นคือ สมอง เซลล์ประสาทส่งการจากหน่วยแปลความรู้สึกไปยังหน่วยปฏิบัติงาน ทำให้เกิดการตอบสนองต่อสิ่งที่มองเห็น)

3. ครูเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียนโดยตั้งคำถาม

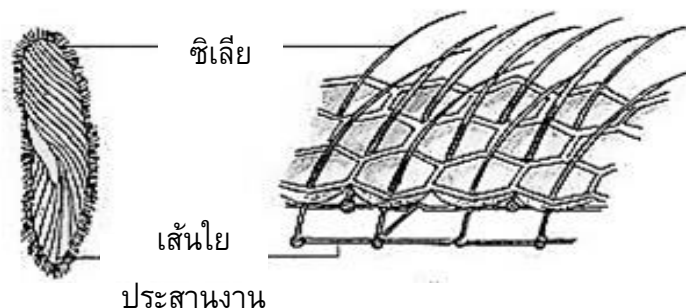
- นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ มีการรับรู้และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าอย่างไร และมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

(นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้หลากหลาย เนื่องจากสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีการรับรู้และการตอบสนองที่แตกต่างกัน ซึ่งการรับรู้และการตอบสนองเหล่านั้นจะช่วยให้อสิ่งมีชีวิตอยู่รอดได้)

ขั้นที่ 2: ขั้นสำรวจและค้นคว้า (100 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยแต่ละกลุ่มจะได้รับวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ครูเตรียมให้ จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาวิธีการทดลองจากใบกิจกรรมเรื่อง การศึกษาการรับรู้และตอบสนองต่อสารเคมีของพารามีเซียม
2. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจวัตถุประสงค์และขั้นตอนทำการทดลองแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเริ่มทำการทดลอง
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันบันทึกผลการทดลอง วิเคราะห์และสรุปผลลงในใบกิจกรรม
4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการศึกษาการรับรู้และตอบสนองต่อสารเคมีของพารามีเซียม (พารามีเซียมเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ซึ่งสามารถรับรู้และตอบสนองอย่างง่าย โดยการตอบสนองต่อสิ่งเร้าประเภทสารเคมี ซึ่งพารามีเซียมจะมีการเคลื่อนที่เข้าหาหรือหนีจากสารเคมี จากการทดลองพบว่า พารามีเซียมจะเคลื่อนที่เข้าหาเส้นด้ายที่แช่สารละลายกรดแอสติก 0.5% แต่เคลื่อนที่หนีจากเส้นด้ายที่แช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.5%)
6. หลังจากทำการทดลองและร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง ครูกระตุ้นความคิดของนักเรียนโดยตั้งคำถาม
 - สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวเช่น พารามีเซียม ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีเซลล์ประสาท ทำไมสิ่งมีชีวิตดังกล่าวจึงสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ รอบตัวได้ สิ่งมีชีวิตชนิดนี้รับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้อย่างไร (ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นที่หลากหลาย)
7. ครูเปิดวิดิทัศน์แสดงโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้และตอบสนองของพารามีเซียม ครูพูดเน้นให้นักเรียนสังเกตโครงสร้างที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของพารามีเซียม
8. หลังจากชมวิดิทัศน์จบ ครูให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่นักเรียนได้จากการดูวิดิทัศน์ โดยนักเรียนอาจจะวาดภาพหรือเขียนบรรยายก็ได้ ในกระบวนการนี้ครูอาจจะใช้คำถามช่วยกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้
 - นักเรียนคิดว่า พารามีเซียมใช้โครงสร้างใดในการเคลื่อนที่เพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้า (ซิเลีย)
 - นักเรียนคิดว่า พารามีเซียมสามารถควบคุมการพับโบกของซิเลียโดยใช้โครงสร้างใด (นักเรียนอาจจะยังไม่ทราบคำตอบ)

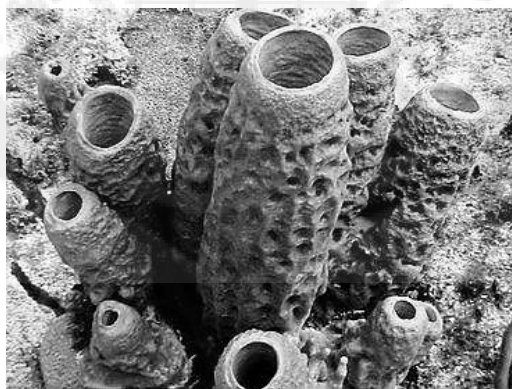
9. ครูแสดงภาพใต้ผิวของเซลล์พารามีเซียม ซึ่งมีเส้นใยเชื่อมโยงระหว่างโคนของซีเลีย เรียกว่า เส้นใยประสานงาน (coordinating fiber) ซึ่งควบคุมการพัดโบกของซีเลียของพารามีเซียม



ภาพ เส้นใยประสานงานภายใต้เยื่อหุ้มเซลล์ของพารามีเซียม

ขั้นที่ 3: ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (30 นาที)

1. ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายและสรุปการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น พารามีเซียมว่า พารามีเซียมมีการรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าโดยใช้เส้นใยประสานงานทำหน้าที่ควบคุมการโบกพัดของพารามีเซียม เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ไปตามทิศทางที่ต้องการ
2. ครูให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้ลงในใบบันทึกสื่อวิทัศน์
3. ครูแสดงภาพฟองน้ำ แล้วตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน



ภาพ ฟองน้ำ

- จากภาพ สิ่งมีชีวิตชนิดนี้คืออะไร (ฟองน้ำ)
- นักเรียนคิดว่า ฟองน้ำซึ่งเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังสามารถรับรู้และตอบสนองได้หรือไม่ (ได้)
- นักเรียนคิดว่า ฟองน้ำมีระบบประสาทที่ช่วยควบคุมการรับรู้และตอบสนองหรือไม่ (ไม่มีระบบประสาท แต่เซลล์แต่ละเซลล์ของฟองน้ำจะมีการรับรู้และการตอบสนอง แต่จะยังไม่มีการประสานงานระหว่างเซลล์)

4. จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน

- นักเรียนคิดว่า สัตว์ที่มีระบบประสาทมีวิธีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าอย่างไรบ้าง (ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นที่หลากหลาย)

ขั้นที่ 4: ขั้วขยายผล (40 นาที)

1. ครูเปิดวิดีโอทัศน์แสดงการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น ไฮดรา ครูพูดเน้นให้นักเรียนสังเกตการรับรู้และตอบสนองของไฮดรา

2. หลังจากชมวิดีโอทัศน์จบ ครูให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่นักเรียนได้จากการดูวิดีโอทัศน์ โดยนักเรียนอาจจะวาดภาพหรือเขียนบรรยายก็ได้ ในกระบวนการนี้ครูอาจจะใช้คำถามช่วยกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้

- นักเรียนคิดว่า ลักษณะการตอบสนองของไฮดราเป็นอย่างไร
- นักเรียนคิดว่า ไฮดราที่มีระบบประสาทหรือไม่

- จากการดูการตอบสนองของไฮดรา นักเรียนคิดว่าระบบประสาทของไฮดราเป็นอย่างไร (เซลล์ประสาทของไฮดราเชื่อมโยงกันเป็นร่างแห เรียกระบบประสาทรูปแบบนี้ว่า ร่างแหประสาท (nerve net) เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นส่วนใดส่วนหนึ่งของไฮดราจะเกิดการส่งกระแสประสาทในบริเวณดังกล่าว และส่งกระแสประสาทเหล่านั้นไปตามเซลล์ประสาทที่สานกันเป็นร่างแหกระจายไปทั่วทั้งตัว ทำให้ไฮดราสามารถรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ แต่ไม่รวดเร็วและมีทิศทางที่ส่งที่ไม่แน่นอน ทำให้ไฮดราตอบสนองด้วยหดทั้งตัว

3. ครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน

- สิ่งมีชีวิตที่มีระบบประสาท มีการรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าแตกต่างกันอย่างไร

4. จากนั้นครูให้ใบความรู้เรื่อง การรับรู้และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์บางชนิด เพื่อให้นักเรียนหาคำตอบ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาใบความรู้ และช่วยกันตอบคำถามในใบงานเรื่อง การรับรู้และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต

5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาเฉลยคำตอบของใบงาน

ขั้นที่ 5: ขั้นประเมินผล (10 นาที)

1. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปเรื่อง การรับรู้และการตอบสนองสิ่งมีชีวิต โดยครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ

สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดย สสวท.
2. วิดีทัศน์แสดงการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพารามีเซียมและไฮดรา
3. ใบความรู้เรื่อง การรับรู้และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต
4. ภาพประกอบ กิจกรรมภาพลงดา

ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. ไปกิจกรรมเรื่อง การรับรู้และการตอบสนองต่อสารเคมีของพารามีเซียม
2. ไปกิจกรรมบันทึกสื่อวิทัศน์
3. ไปงานเรื่อง การรับรู้และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

เป้าหมาย	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1. อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการรับรู้และตอบสนองของพารามีเซียม ไฮดรา พลานาเรีย แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง 2. เปรียบเทียบวิธีการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง	- การตอบคำถามระหว่างเรียน - การทำแบบทดสอบวัดแนวคิทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่อง การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต	- ข้อคำถาม - ไปงานและไปกิจกรรม - แบบทดสอบวัดแนวคิทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่อง การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต	- ไปงานและไปกิจกรรมมีคุณภาพระดับ ดี ขึ้นไป - นักเรียนมีคะแนนจากแบบวัดแนวคิทางถูกต้องมากกว่า 70%
ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)			
ทักษะในการปฏิบัติการทดลอง	ประเมินทักษะในการปฏิบัติการทดลอง	แบบประเมินทักษะในการปฏิบัติการทดลอง	มีคุณภาพระดับดีมากขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ (A)			
มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน	สังเกตพฤติกรรมในการตอบคำถามรายกลุ่ม	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายกลุ่ม	นักเรียนส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมีคุณภาพระดับดีมากขึ้นไป

บันทึกผลหลังการสอนแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต

ความรู้ที่นักเรียนได้รับ

.....

.....

.....

.....

บรรยากาศในชั้นเรียน

.....

.....

.....

.....

ปัญหาที่พบ / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน
(นางสาวนันท์วัน โชติวนารรณ)

วันที่ เดือน พ.ศ.

แบบประเมินใบงาน/ใบกิจกรรม

ชื่อ - นามสกุล	ความถูกต้องของข้อมูล			ความสมบูรณ์ของผลงาน			รวมคะแนน
	3	2	1	3	2	1	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	คำอธิบายคุณภาพ / คะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. ความถูกต้องของข้อมูล	ข้อมูลถูกต้องละเอียดครบถ้วน	ข้อมูลถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	ข้อมูลไม่ถูกต้อง
2. ความสมบูรณ์ของใบงาน	สะอาดเรียบร้อยลายมืออ่านง่าย	สะอาด เรียบร้อยลายมืออ่านยาก	ไม่สะอาด ไม่เรียบร้อย

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
5-6	ดีมาก
3-4	ดี
1-2	พอใช้

ใบกิจกรรม เรื่อง การรับรู้และตอบสนองต่อสารเคมีของพารามิเทียม

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติตามนี้

1. อ่านวิธีการทดลองให้เข้าใจ
2. ลงมือทำการทดลอง จากนั้นให้บันทึกผลและสรุปผลลงในใบบันทึกผล
3. ใช้เวลาในการทำกิจกรรม 50 นาที

วิธีการทดลอง

1. เตรียมกล้องจุลทรรศน์
2. ตัดเส้นด้ายสีขาวยาวประมาณท่อนละ 3 มิลลิเมตร แฉ่งในบีกเกอร์ ที่มีสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.5 %
2. ดูดหยดน้ำที่มีพารามิเทียมลงบนแผ่นสไลด์
3. ใช้เข็มเย็บ เย็บเส้นด้ายในข้อ 2 มาวางพาดบนหยดน้ำที่มีพารามิเทียมบนกระจกสไลด์ แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์
4. นำสไลด์ในข้อ 3 มาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยสังเกตบริเวณรอบ ๆ เส้นด้ายว่ามีพารามิเทียมอยู่หนาแน่นมากหรือน้อยกว่าบริเวณอื่น
5. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2 – 3 แต่ใช้เส้นด้ายที่แช่ในสารละลายกรดแอสติก 0.5 % แทนเส้นด้ายที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์
6. บันทึกผลการทดลอง

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. ขวดเพาะเลี้ยงพารามิเทียม
2. สารละลายกรดแอสติก 0.5 %
3. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.5 %
4. กล้องจุลทรรศน์
5. บีกเกอร์
6. กระจกสไลด์
7. กระจกปิดสไลด์
8. เข็มเย็บ
9. ด้ายสีขาว

แบบบันทึกการทดลอง เรื่อง การรับรู้และตอบสนองต่อสารเคมีของพารามีเซียม

วันที่ทดลอง.....

สมาชิกผู้ทดลอง

.....

จุดประสงค์การทดลอง

.....

ปัญหา

.....

สมมติฐาน

.....

ตัวแปรต้น

.....

ตัวแปรตาม

.....

ตัวแปรควบคุม

.....

ผลการทดลอง

ชนิดของสารละลาย	การตอบสนองของพารามีเซียม
สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.5 %	
สารละลายกรดแอสติค 0.5 %	

สรุปผลการทดลอง

.....

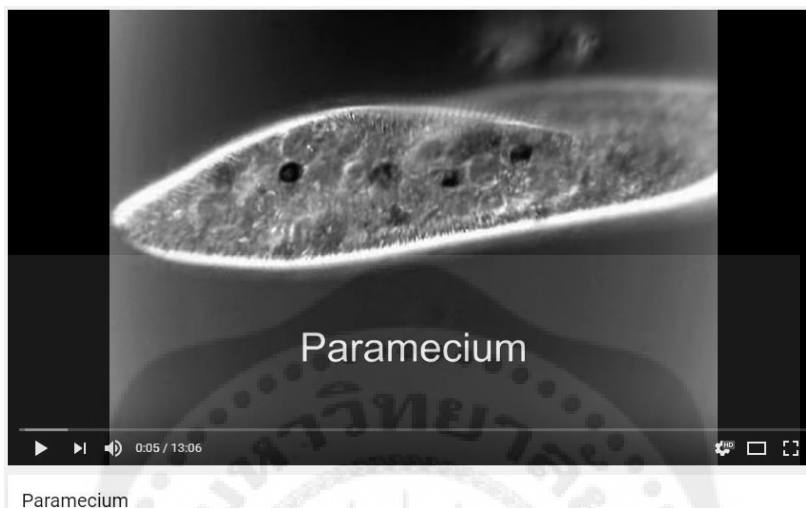
อภิปรายผลการทดลอง

.....

สื่อวีดิทัศน์เรื่อง การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต

1. วีดิทัศน์แสดงการเคลื่อนไหวของพารามีเซียม

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



2. วีดิทัศน์แสดงการตอบสนองของไฮดรา

<https://www.youtube.com/watch?v=33llgbVqOhU>



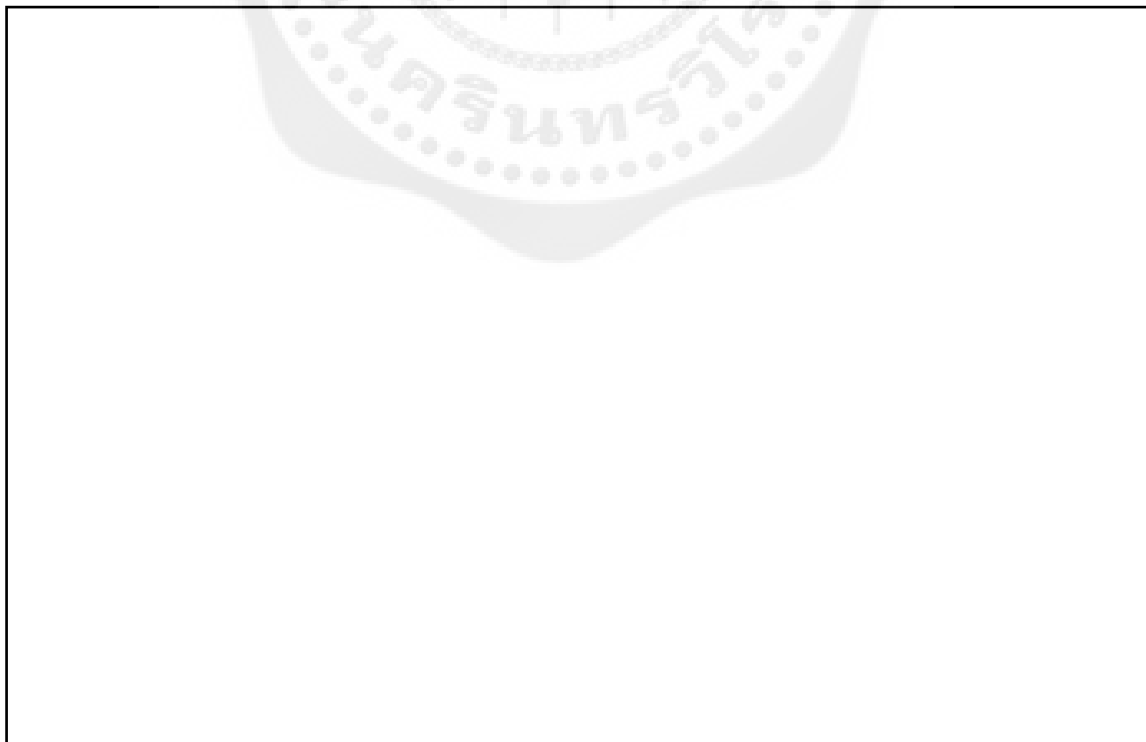
ใบกิจกรรมบันทึกสื่อวิทัศน์

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่ได้จากการดูวิทัศน์ในหัวข้อต่อไปนี้ ในรูปแบบการเขียนบรรยาย
หรือวาดภาพประกอบพร้อมบรรยายภาพ

1. วิทัศน์เรื่อง การรับรู้และตอบสนองของพารามีเทียม



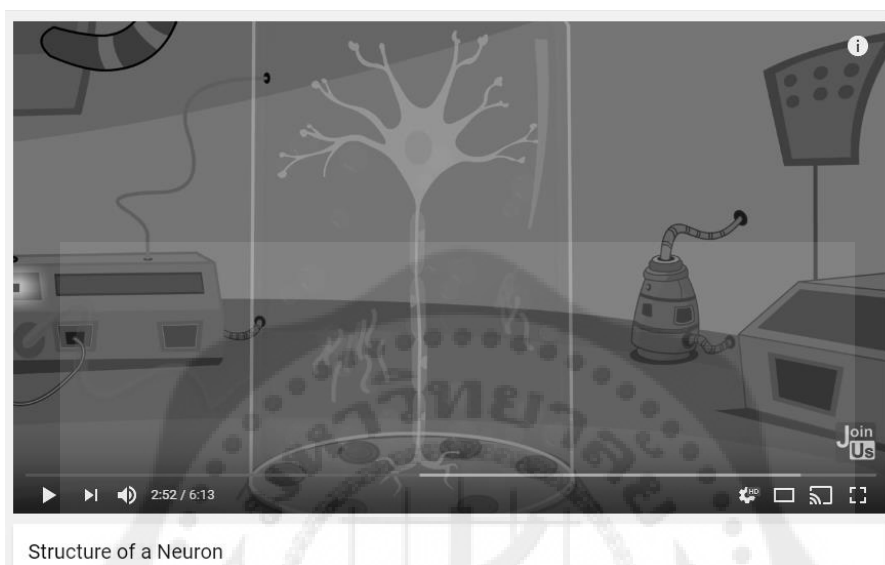
2. วิทัศน์เรื่อง การรับรู้และตอบสนองของไฮดรา



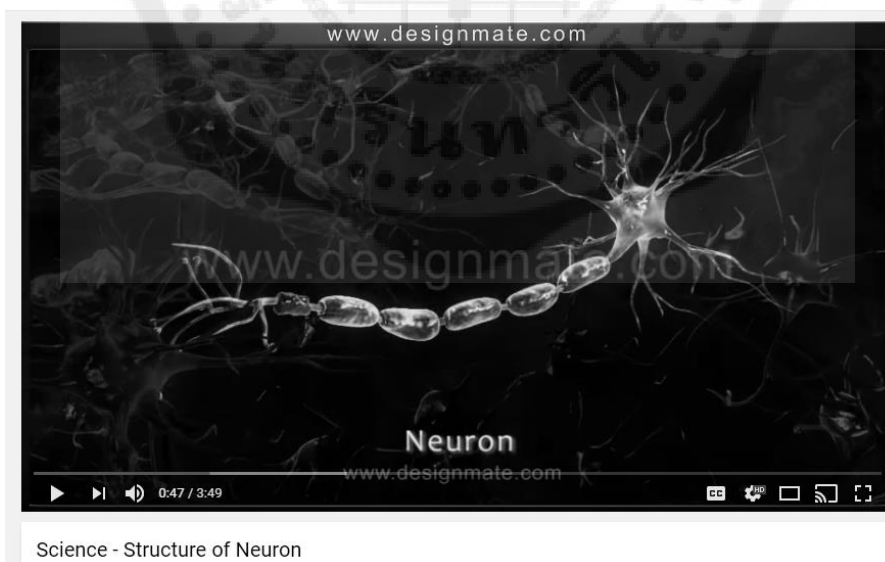
สื่อวีดิทัศน์เรื่อง เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท

1. วีดิทัศน์แสดงโครงสร้างของเซลล์ประสาท

https://www.youtube.com/watch?v=Ta_vWUsrjho



<https://www.youtube.com/watch?v=DLN1UsvmVvM>



2. วิดีทัศน์แสดงการทำงานของเซลล์ประสาท

<https://www.youtube.com/watch?v=ZyPQhxiYm0Y>



3. วิดีทัศน์แสดงการถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างเซลล์ประสาท

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



ใบกิจกรรมบันทึกสื่อวิทัศน์ เรื่อง โครงสร้างของเซลล์ประสาท

1. เขียนคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ประสาทที่ได้จากการดูวิทัศน์

.....

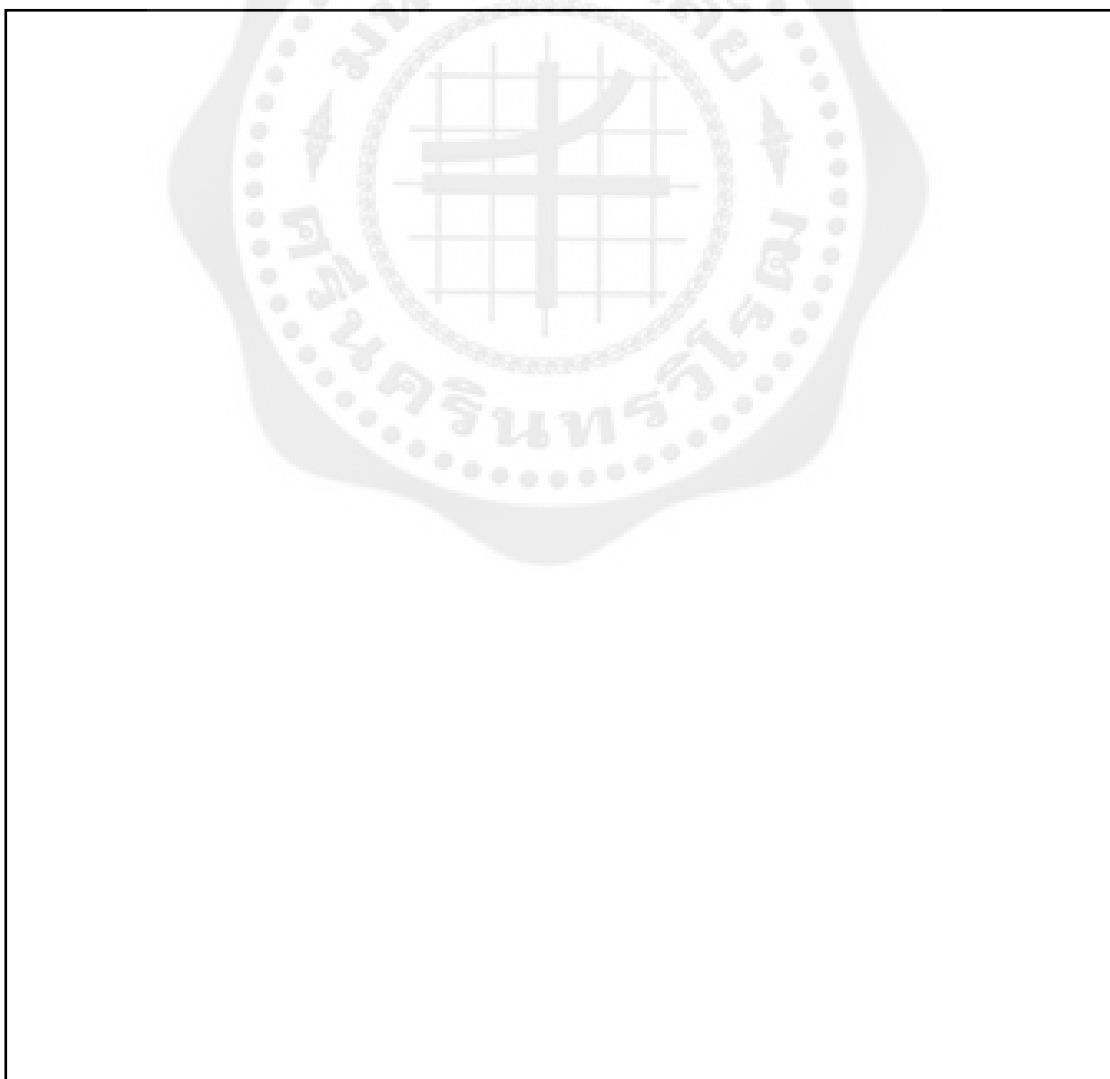
.....

.....

.....

2. บันทึกสิ่งที่ได้จากการดูวิทัศน์ในรูปแบบการเขียนบรรยายหรือวาดภาพประกอบพร้อม label ตามหัวข้อ ดังนี้

- โครงสร้างของเซลล์ประสาท เป็นอย่างไร
- ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเซลล์ประสาท แต่ละส่วนมีหน้าที่หรือมีความสำคัญอย่างไร



ใบกิจกรรมบันทึกสื่อวิทัศน์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท

คำชี้แจง จากการชมวิทัศน์ ให้นักเรียนเติมช่องว่างให้สมบูรณ์

1. ความต่างศักย์ไฟฟ้า คือ.....
2. ศักย์ไฟฟ้าเยื่อเซลล์ระยะพัก (resting membrane potential) มีค่าเท่ากับ.....
แสดงว่า ภายในเซลล์ประสาทมีประจุชนิด.....มากกว่าภายนอกเซลล์ประสาท
3. เปรียบเทียบชนิดไอออนที่พบ ภายในเซลล์ กับ ภายนอกเซลล์ประสาท
 - Na^+ มากกว่า.....
 - K^+ มากกว่า.....
 - Cl^- มากกว่า.....
 - โปรตีนที่มีประจุลบ.....
4. ปัจจัยที่ทำให้เซลล์ประสาทรักษาศักย์ไฟฟ้าเยื่อเซลล์
.....
.....
5. ศักย์ไฟฟ้าเยื่อเซลล์ของเซลล์ประสาท แตกต่างจาก เซลล์ร่างกายทั่วไป คือ
.....
6. ศักย์ไฟฟ้าเยื่อเซลล์ระยะพัก (resting membrane potential) ก่อนที่เซลล์ประสาทจะได้รับการกระตุ้นเรียกว่า ภาวะ.....
7. Graded potential คือ.....
8. ระยะที่ K^+ ภายในเซลล์ไหลออก ทำให้ภายในเซลล์มีประจุสุทธิเป็นลบมากขึ้น เรียกการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้านี้ว่า.....
9. ระยะที่ Na^+ ภายนอกเซลล์ไหลเข้า ทำให้ภายในเซลล์มีประจุสุทธิน้อยลง เรียกการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้านี้ว่า.....
10. ถ้ามีการไหลเข้าของ Na^+ อย่างต่อเนื่อง จนความต่างศักย์เกิดการเปลี่ยนแปลงจนถึงระดับที่เรียกว่า..... จึงจะทำให้เกิด Action potential
11. All-or-None คือ.....
12. ระยะที่ Na^+ หยุดไหลเข้าเซลล์ แต่ K^+ ภายในเซลล์ไหลออกเซลล์ ทำให้ประจุสุทธิภายในเซลล์เมื่อเทียบกับภายนอกเซลล์จึงกลับมาเป็นลบอีกครั้ง เรียกการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้านี้ว่า
.....
13. Saltatory conduction หรือการเกิด action potential แบบกระโดดจะเกิดที่บริเวณ
..... ของแอกซอน

ใบกิจกรรมบันทึกสื่อวีดิทัศน์

เรื่อง การถ่ายทอดกระแสประสาทบริเวณ synapse

1. ให้นักเรียนเขียนคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดกระแสประสาทบริเวณ synapse จากการชมวีดิทัศน์

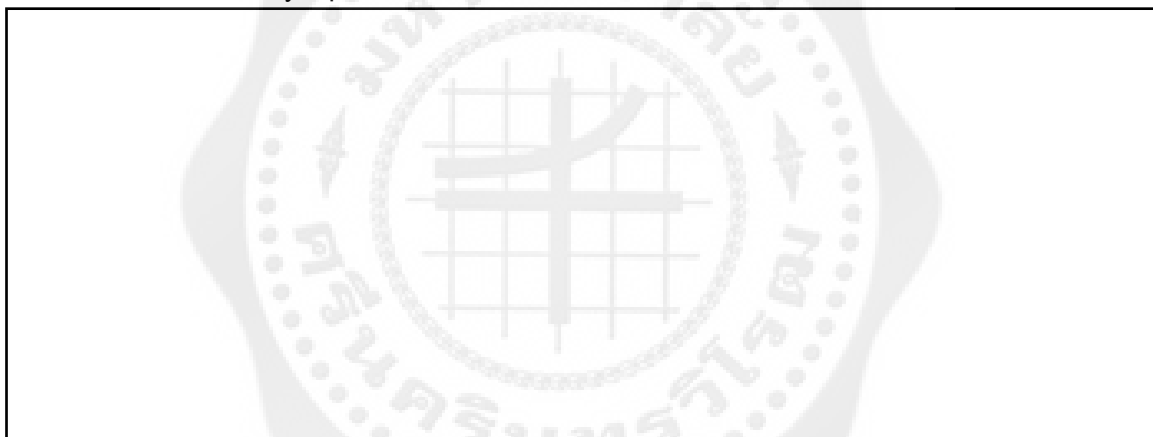
.....

.....

.....

2. จงวาดภาพแสดงกลไกการเกิดการถ่ายทอดกระแสประสาทบริเวณ synapse พร้อมระบุหมายเลขแสดงลำดับการเกิด ระบุคำศัพท์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และเขียนอธิบายความลักษณะของ synapse แต่ละชนิด ดังนี้

2.1 Electrical synapse



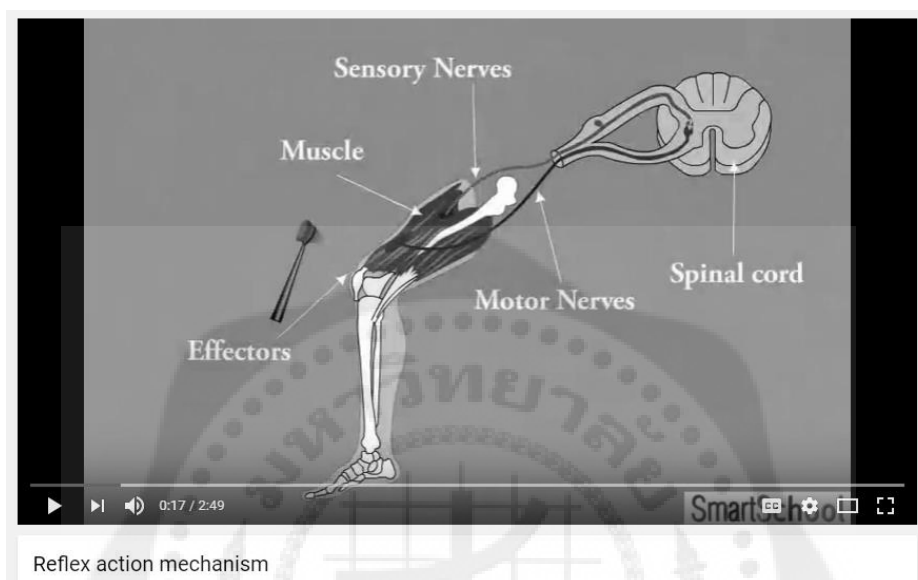
2.2 Chemical synapse



สื่อวีดิทัศน์เรื่อง การทำงานของระบบประสาท

1. วีดิทัศน์แสดงกลไกการเกิดรีเฟล็กซ์แอกชัน

<https://www.youtube.com/watch?v=NjRk205Ezoo>



ภาคผนวก จ

- แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาท
- เกณฑ์ในการจัดจำแนกประเภทของแนวคิด
- แบบทดสอบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาท

ตาราง 23 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์หัวข้อ การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต

หัวข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต	1. อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิต 2. เปรียบเทียบวิธีการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง	● สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิด - มีเส้นใยประสานงาน - ไม่มีระบบประสาท - เช่น พารามีเซียม - เส้นใยประสานงานเชื่อมโยงระหว่างโคนของซีเลียแต่ละเส้นเข้าด้วยกัน เพื่อควบคุมการพัดโบกของซีเลีย ● สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ - ไม่มีระบบประสาท - เช่น ฟองน้ำ - มีระบบประสาท แบ่งเป็น ○ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ■ ร่างแหประสาท - เช่น ไฮดรา - การตอบสนองเกิดขึ้นตลอดร่างกาย ไม่สามารถควบคุมการตอบสนองให้เกิดขึ้นที่บริเวณใดบริเวณหนึ่งได้ ■ วงแหวนประสาทและเส้นประสาทตามแนวรัศมี - เช่น ดาวทะเล ■ ปมประสาทและเส้นประสาท - พลาเนเรีย มีปมประสาท และเส้นประสาท ที่แยกออกจากปมประสาทยาวตลอดลำตัวทางด้านข้าง 2 เส้น และมีเส้นประสาทตามขวางล้อมรอบ (ladder-type nervous system)

ตาราง 23 (ต่อ)

หัวข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต	1. อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิต	- ใส่เดือดิน แมลง มีเส้นประสาทอยู่ทางด้านท้องของลำตัวและมีการรวมกลุ่มเป็นปมประสาทบริเวณส่วนหัว มีปมประสาทอยู่ตามข้อปล้องต่าง ๆ และมีเส้นใยประสาทแยกออกมา
	2. เปรียบเทียบวิธีการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง	- หอย มีปมประสาทอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญของร่างกาย ○ สัตว์มีกระดูกสันหลัง - ระบบประสาทพัฒนาดี เช่น คน - เซลล์ประสาทรวมกันที่บริเวณหัว และมีการพัฒนาไปเป็นสมอง และมีไขสันหลังทอดยาวตามลำตัวทางด้านหลัง สมองและไขสันหลังทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางระบบประสาท นอกจากนี้ยังมีปมประสาทและเส้นประสาทแยกออกจากสมองและไขสันหลัง - ระบบประสาทแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) ประกอบด้วยสมองและไขสันหลัง และระบบประสาทรอบนอก (PNS) ประกอบด้วยเส้นประสาทสมองและเส้นประสาทไขสันหลัง

ตาราง 24 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์หัวข้อ เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท

หัวข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท	1. อธิบายโครงสร้างของเซลล์ประสาท	● โครงสร้างของเซลล์ประสาท ○ ตัวเซลล์ มีนิวเคลียสและออร์แกเนลล์ต่าง ๆ ○ เส้นใยประสาท
	2. จำแนกชนิดของเซลล์ประสาทตามโครงสร้างและตามหน้าที่	- เดนไดรต์ (dendrite) มีลักษณะแตกกิ่งก้านสาขาสั้นๆ จำนวนมาก ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณประสาทจากเซลล์ประสาทก่อนหน้า
	3. อธิบายการเกิดและการเคลื่อนที่ของของกระแสประสาทรวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท	- แอกซอน (axon) โดยทั่วไปมักมีเพียงอันเดียวและมีความยาวมาก ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปยังเซลล์ประสาทตัวถัดไป แอกซอนจะมีเยื่อไมอีลินหุ้มอยู่รอบๆ เป็นระยะ ๆ ตลอดความยาวของแอกซอน ซึ่งมีความเป็นฉนวนช่วยให้กระแสประสาทสามารถส่งผ่านได้เร็วมากขึ้น ส่วนบริเวณที่ไม่ถูกหุ้มด้วยเยื่อไมอีลินจะเรียกว่า node of Ranvier ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการส่งกระแสประสาทผ่าน
	4. อธิบายการถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างเซลล์ประสาท	● ชนิดของเซลล์ประสาท ○ จำแนกตามหน้าที่ของเซลล์ประสาท - เซลล์ประสาทรับความรู้สึก ทำหน้าที่รับกระแสประสาทจากหน่วยรับความรู้สึกแล้วส่งไปยังระบบประสาทส่วนกลาง - เซลล์ประสาทสั่งการ ทำหน้าที่ส่งกระแสประสาทออกจากระบบประสาทส่วนกลางไปยังหน่วยปฏิบัติงาน โดยมักมีแอกซอนยาวกว่าเดนไดรต์ - เซลล์ประสาทประสานงาน ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างเซลล์ประสาทรับความรู้สึกและเซลล์ประสาทสั่งการ

ตาราง 24 (ต่อ)

หัวข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท	1. อธิบายโครงสร้างของเซลล์ประสาท	- เซลล์ประสาทประสาทรงาน (ต่อ) มีขนาดสั้นมาก ซึ่งพบเฉพาะในระบบประสาทส่วนกลางเท่านั้น
	2. จำแนกชนิดของเซลล์ประสาทตามโครงสร้างและตามหน้าที่	○ จำแนกตามรูปร่างของเซลล์ประสาท - เซลล์ประสาทขั้วเดียว มีแอกซอนแยกออกมาจากตัวเซลล์เพียงเส้นเดียว พบในเซลล์ประสาทที่หลังฮอร์โมนของสัตว์ - เซลล์ประสาทขั้วเดียวเทียม มีเส้นใยประสาทแยกออกมาจากตัวเซลล์เพียงเส้นเดียวแล้วแตกออกเป็น 2 เส้นที่มีโครงสร้างเหมือนกัน พบได้ในเซลล์ประสาทรับความรู้สึกที่ปมประสาทรากบนของไขสันหลัง - เซลล์ประสาทสองขั้ว มีเส้นใยประสาทแยกออกมาจากตัวเซลล์ 2 เส้น พบในเซลล์ประสาทรับความรู้สึก เช่น เซลล์ประสาทรับแสงที่เรตินา เซลล์ประสาทรับกลิ่นที่จมูก เซลล์ประสาทรับเสียงที่หู - เซลล์ประสาทหลายขั้ว มีเส้นใยประสาทแยกออกมาจากตัวเซลล์จำนวนมาก พบในเซลล์ประสาทประสาทรงานและเซลล์ประสาทสั่งการ
	3. อธิบายการเกิดและการเคลื่อนที่ของของกระแสประสาทรวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท	
	4. อธิบายการถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างเซลล์ประสาท	
● การเกิดกระแสประสาท ○ ระยะพักหรือระยะโพลาริเซชัน (resting state หรือ polarization) ระยะที่เซลล์ประสาทยังไม่ถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้า - เซลล์ประสาทจะพยายามรักษาความต่างศักย์บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ให้อยู่ที่ประมาณ -70 mV ตลอดเวลา		

ตาราง 24 (ต่อ)

หัวข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท	1. อธิบายโครงสร้างของเซลล์ประสาท	○ ระยะพักหรือระยะโพลาไรเซชัน (ต่อ) ด้วยการใช้ sodium potassium pump ซึ่งต้องอาศัยพลังงานจากการสลาย ATP - ผลรวมประจุภายในเซลล์เมื่อเทียบกับภายนอกเซลล์จะเป็นลบ
	2. จำแนกชนิดของเซลล์ประสาทตามโครงสร้างและตามหน้าที่	○ ระยะดีโพลาไรเซชัน (depolarization) เมื่อเซลล์ประสาทถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า ความต่างศักย์บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์จะเกิดการเปลี่ยนแปลง ■ หากความต่างศักย์มีเกิดการเปลี่ยนแปลงจนถึงระดับเทรชโฮลด์ (threshold) หรือลดความต่างศักย์จนถึง threshold potential ซึ่งที่ค่าประมาณ -50 mV ถือเป็นจุดเริ่มต้นของการเกิดกระแสประสาท
	3. อธิบายการเกิดและการเคลื่อนที่ของของกระแสประสาทรวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท	- โปรตีนบนเยื่อหุ้มเซลล์ที่เป็นช่องทางของ Na^+ เปิดออกจำนวนมาก - ทำให้ Na^+ ไหลเข้าสู่เซลล์เป็นจำนวนมาก - ความต่างศักย์บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์จะเปลี่ยนจาก -70 mV ไปเป็น +50 mV - ผลรวมประจุภายในเซลล์เมื่อเทียบกับภายนอกเซลล์จึงเป็นบวก
	4. อธิบายการถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างเซลล์ประสาท	

ตาราง 24 (ต่อ)

หัวข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท	1. อธิบายโครงสร้างของเซลล์ประสาท	- หากความต่างศักย์มีเกิดการเปลี่ยนแปลงไม่ถึงระดับเทรชโฮลด์ (threshold) ก็จะไม่เกิดการสร้างกระแสประสาท ความต่างศักย์ที่เยื่อหุ้มเซลล์ถูกปรับให้กลับมาอยู่ในระยะพักเหมือนเดิม (-70 mV) - การเกิดหรือไม่เกิดกระแสประสาทเป็นไปตามกฎที่เรียกว่า All-or-none คือหากเกิดก็จะเกิดเต็มที่ แต่หากไม่เกิดก็จะไม่เกิดเลย
	2. จำแนกชนิดของเซลล์ประสาทตามโครงสร้างและตามหน้าที่	ระยะรีโพลาไรเซชัน (repolarization) เมื่อเกิดการไหลของ Na^+ เข้าไปในเซลล์จนความต่างศักย์ที่บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์กลายเป็น +50 mV
	3. อธิบายการเกิดและการเคลื่อนที่ของของกระแสประสาทรวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท	- โปรตีนบนเยื่อหุ้มเซลล์ที่เป็นช่องทางของ Na^+ จะปิด - โปรตีนบนเยื่อหุ้มเซลล์ที่เป็นช่องทางของ K^+ จะเปิด K^+ ไหลออกจากเซลล์เป็นจำนวนมาก - ความต่างศักย์บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์จะเปลี่ยนจาก +50 mV ไปเป็น -70 mV อีกครั้ง - ผลรวมประจุภายในเซลล์เมื่อเทียบกับภายนอกเซลล์จึงกลับมาเป็นลบอีกครั้ง
	4. อธิบายการถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างเซลล์ประสาท	

ตาราง 24 (ต่อ)

หัวข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท	1. อธิบายโครงสร้างของเซลล์ประสาท	○ ระยะไฮเพอร์โพลาไรเซชัน (hyperpolarization หรือ under shoot) เมื่อ K^+ ไหลออกจนความต่างศักย์ที่บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์กลายเป็น -70 mV อีกครั้ง - โพรตีนบนเยื่อหุ้มเซลล์ที่เป็นช่องทางของ K^+ จะเปิดต่อไปอีกระยะหนึ่ง ก่อนที่จะปิด - ความต่างศักย์บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์จะลดต่ำลงไปมากกว่า -70 mV - จากนั้นค่อยๆ ปรับเข้าสู่ระยะพักอีกครั้ง (-70 mV)
	2. จำแนกชนิดของเซลล์ประสาทตามโครงสร้างและตามหน้าที่	● ปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท ○ เยื่อไมอีลิน ซึ่งหุ้มเส้นใยประสาทจะทำให้กระแสประสาทเคลื่อนที่ได้เร็วการที่ไม่มีเยื่อไมอีลินหุ้มเส้นใยประสาท
	3. อธิบายการเกิดและการเคลื่อนที่ของของกระแสประสาทรวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท	○ ระยะห่างระหว่าง node of Ranvier ยิ่งห่างกันมาก กระแสประสาทจะเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น ○ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นประสาทใหญ่ จะทำให้ความต้านทานการเคลื่อนที่ของไอออนน้อย ทำให้กระแสประสาทเคลื่อนที่ได้เร็วมากขึ้น
	4. อธิบายการถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างเซลล์ประสาท	● การถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างเซลล์ประสาท ○ การถ่ายทอดกระแสประสาทจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์ ○ เกิดจากการหลั่งสาร “สารสื่อประสาท” (neurotransmitter) บริเวณ synapse เพื่อกระตุ้น หรือ ยับยั้ง การทำงานของเซลล์ประสาทตัวถัดไป

ตาราง 25 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์หัวข้อ โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท

หัวข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
โครงสร้างและการทำงานของเซลล์ประสาท	1. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่สำคัญของสมองและไขสันหลัง 2. อธิบายชนิดและหน้าที่ของเส้นประสาทสมองและเส้นประสาทไขสันหลัง 3. เปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติ	● ระบบประสาทส่วนกลาง ○ ประกอบด้วยสมองและไขสันหลัง ○ มีเยื่อหุ้ม 3 ชั้น - เยื่อหุ้มสมองชั้นนอก (dura mater) มีความหนาเหนียวและแข็งแรง ป้องกันการกระทบกระเทือน - เยื่อหุ้มสมองชั้นกลาง (arachnoid mater) เป็นชั้นบาง ๆ - เยื่อหุ้มสมองชั้นใน (pia mater) ชั้นบางที่แนบสนิทกับสมองและไขสันหลัง มีหลอดเลือดนำอาหารและออกซิเจนมาหล่อเลี้ยงเซลล์ - ระหว่างเยื่อหุ้มชั้นกลาง และเยื่อชั้นใน มีโพรง (subarachnoid space) ภายในมีน้ำเลี้ยงสมองและไขสันหลัง (cerebrospinal fluid: CSF) ช่วยหล่อเลี้ยง ระบายของเสีย ป้องกันไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหวของสมอง ○ สมอง มีเซลล์ประสาทจำนวนมาก - ส่วนเนื้อสีเทา (gray matter) อยู่ด้านนอกของสมอง มีตัวเซลล์ประสาทและแอกซอนที่ไม่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม - ส่วนเนื้อสีขาว (white matter) อยู่ด้านในของสมอง มีเส้นใยประสาทที่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม - แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหน้า (forebrain) ส่วนกลาง (midbrain) และส่วนหลัง (hindbrain)

ตาราง 25 (ต่อ)

หัวข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
โครงสร้างและการทำงานของเซลล์ประสาท	1. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่สำคัญของสมองและไขสันหลัง	○ สมองส่วนหน้า (forebrain) แบ่งเป็น 4 ส่วน - อัลเฟกทอรีบัลล์ (olfactory bulb) เกี่ยวกับการดมกลิ่น พบในสัตว์เลื้อยคลาน ปลา กบ จะมีขนาดใหญ่ แต่ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะฝ่ออยู่เจริญ - ซีรีบรัม (cerebrum) เกี่ยวกับความคิด ความจำ เซอร์วิญญา การรู้ภาษา การพูด อารมณ์ การสัมผัสทั้ง 5 และการทำงานของกล้ามเนื้อ - ไฮโปทาลามัส (hypothalamus) เป็นศูนย์กลางของระบบประสาทอัตโนมัติ ควบคุมสมดุลในร่างกาย ควบคุมความต้องการพื้นฐานของร่างกาย ควบคุมความดันเลือด และการเต้นของหัวใจ - ทาลามัส (thalamus) เป็นศูนย์รวบรวมกระแสประสาทที่ผ่านเข้าออก และทำหน้าที่แยกกระแสประสาทไปยังสมองส่วนต่าง ๆ
	2. อธิบายชนิดและหน้าที่ของเส้นประสาทสมองและเส้นประสาทไขสันหลัง	
	3. เปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติ	○ สมองส่วนกลาง (midbrain) - เป็นจุดศูนย์กลางของรีเฟล็กซ์การมองเห็นและการได้ยิน - ในคนเจริญน้อย อาจเรียกว่า ออปติกโลบ (optic lobe) เกี่ยวกับการควบคุมการเคลื่อนไหวของนัยน์ตา หัวและลำตัว ควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายด้วย

ตาราง 25 (ต่อ)

หัวข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
โครงสร้างและการทำงานของเซลล์ประสาท	1. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่สำคัญของสมองและไขสันหลัง	○ สมองส่วนหลัง (hindbrain) - เซรีเบลลัม (cerebellum) ควบคุมการทรงตัวของร่างกาย - พอนส์ (pons) ควบคุมการเคี้ยว การหลั่งน้ำลาย การเคลื่อนไหวใบหน้า ควบคุมการหายใจ และเป็นทางผ่านของกระแสประสาท - เมดัลลาออบลองกาตา (medulla oblongata) ควบคุมการเต้นของหัวใจ การหายใจ ความดันเลือด และควบคุมการกลืน การจาม การสะอึก การอาเจียน
	2. อธิบายชนิดและหน้าที่ของเส้นประสาทสมองและเส้นประสาทไขสันหลัง	○ ก้านสมอง (brain stem) ประกอบด้วย พอนส์ เมดัลลาออบลองกาตาและสมองส่วนกลาง ○ ไขสันหลัง แบ่งออกเป็น 2 ส่วน - ส่วนเนื้อสีเทา อยู่ชั้นใน มีตัวเซลล์หนาแน่น - ส่วนเนื้อสีขาว อยู่ชั้นนอก มีเส้นใยประสาทที่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม
	3. เปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติ	● ระบบประสาทรอบนอก - เส้นประสาทสมอง (cranial nerves) มี 12 คู่ บางคู่ทำหน้าที่เป็นเส้นประสาทรับความรู้สึก เส้นประสาทสั่งการ และเส้นประสาทผสม - เส้นประสาทไขสันหลัง (spinal nerve) มี 31 คู่ ทุกคู่ทำหน้าที่เป็นเส้นประสาทผสม

ตาราง 25 (ต่อ)

หัวข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
โครงสร้างและการทำงานของเซลล์ประสาท	1. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่สำคัญของสมองและไขสันหลัง 2. อธิบายชนิดและหน้าที่ของเส้นประสาทสมองและเส้นประสาทไขสันหลัง 3. เปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติ	● การทำงานของระบบประสาท ○ ระบบประสาทโซมาติก (SNS) - ระบบประสาทที่ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่าง (หน่วยปฏิบัติงาน) ภายใต้อำนาจจิตใจ เพื่อให้เกิดการตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ตามต้องการ - รีเฟล็กซ์แอกชัน (reflex action) เป็นการตอบสนองโดยทันทีทันใด โดยเป็นการสั่งการของไขสันหลัง ไม่อาศัยคำสั่งจากสมอง ○ ระบบประสาทอัตโนมัติ (ANS) - การสั่งการเกิดขึ้นกับหน่วยปฏิบัติงานที่บังคับไม่ได้ ได้แก่ อวัยวะภายในและต่อมต่าง ๆ การทำงานอยู่นอกอำนาจจิตใจ - แบ่งเป็น 2 ระบบย่อย คือ ระบบประสาทซิมพาเทติก (sympathetic) และระบบประสาทพาราซิมพาเทติก (parasympathetic) โดยทั้ง 2 ระบบย่อยทำงานในสภาวะตรงกันข้ามกัน - มีเซลล์ประสาทสั่งการ 2 เซลล์ คือ เซลล์ประสาทก่อนไซแนปส์ (preganglionic neuron) และเซลล์ประสาทหลังไซแนปส์ (postganglionic neuron)

ตาราง 25 (ต่อ)

หัวข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
โครงสร้างและการทำงานของเซลล์ประสาท	1. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่สำคัญของสมองและไขสันหลัง 2. อธิบายชนิดและหน้าที่ของเส้นประสาทสมองและเส้นประสาทไขสันหลัง 3. เปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติ	○ ระบบประสาทอัตโนมัติ (ANS) (ต่อ) - สารสื่อประสาทระหว่างเซลล์ประสาทก่อนและหลังไซแนปส์ของทั้ง 2 ระบบย่อย คือ แอซิติลโคลีน ส่วนสารสื่อประสาทระหว่างเซลล์ประสาทหลังไซแนปส์กับหน่วยปฏิบัติงานของระบบซิมพาเทติก คือ นอร์เอพิเนฟริน ส่วนในระบบพาราซิมพาเทติก คือ แอซิติลโคลีน

เกณฑ์ในการจัดจำแนกประเภทของแนวคิด

ผู้วิจัยจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนเป็น 5 กลุ่ม ตามแนวคิดของ Haidar (1997: 185) ดังนี้

1. แนวคิดวิทยาศาสตร์ (sound understanding: SU) คือ นักเรียนสามารถเลือกตัวเลือกได้ถูกต้องและสามารถอธิบายเหตุผลประกอบการตอบได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน
2. แนวคิดถูกต้องบางส่วน (partial understanding: PU) คือ นักเรียนสามารถเลือกคำตอบได้ถูกต้องแต่อาจจะอธิบายเหตุผลถูกต้องบางส่วน หรือเลือกคำตอบได้ถูกต้องอธิบายเหตุผลได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน
3. แนวคิดถูกต้องบางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อน (partial understanding with specific misunderstanding: PU/SM) คือ นักเรียนเลือกคำตอบได้ถูกต้องแต่การอธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง หรือนักเรียนเลือกคำตอบไม่ถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลถูกต้องหรือการอธิบายเหตุผลมีทั้งส่วนที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องปะปนกันอยู่
4. แนวคิดคลาดเคลื่อน (specific misunderstanding: SM) คือ นักเรียนเลือกคำตอบไม่ถูกต้องและอธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง หรือนักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องแต่ไม่เขียนคำอธิบายการเลือกตอบหรืออธิบายเหตุผลว่าไม่ทราบ จำไม่ได้
5. ไม่มีแนวคิด (no understanding: NU) คือ นักเรียนไม่เลือกคำตอบและอธิบายเหตุผลว่าไม่ทราบ จำไม่ได้ หรือนักเรียนไม่เลือกคำตอบและไม่อธิบายเหตุผลในข้อนั้น ๆ

แบบทดสอบที่ 1

เรื่อง การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต

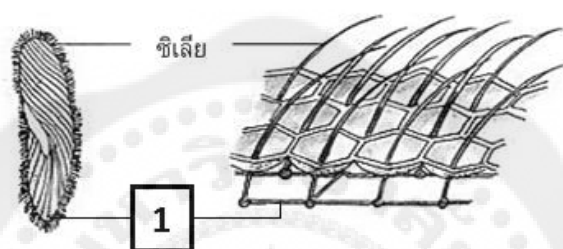
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 10 ข้อ

ระยะเวลา 20 นาที

คำชี้แจง ให้นักเรียนกากบาทตัวเลือกที่ถูกต้อง และให้เขียนบรรยายเหตุผลประกอบการเลือกคำตอบนั้น

1. จากรูป หากทำการตัดบริเวณหมายเลข 1 สิ่งมีชีวิตชนิดนี้จะเป็นอย่างไร



- ก. ซีเลียหลุดออกไป
- ข. ไม่สามารถควบคุมการพับโบกของซีเลีย
- ค. สิ่งมีชีวิตยังคงเคลื่อนที่ได้ปกติ
- ง. สิ่งมีชีวิตไม่สามารถดำรงชีวิตได้

เหตุผล

.....

.....

.....

2. สิ่งมีชีวิตชนิดใดที่มีระบบประสาทรูปแบบเดียวกัน

- ก. ดาวทะเล ดอกไม้ทะเล
- ข. ไส้เดือนดิน พลานาเรีย
- ค. จิ้งหรีด ไส้เดือนดิน
- ง. ไฮดรา ฟองน้ำ

เหตุผล

.....

.....

.....

3. ข้อใดกล่าวถึงระบบประสาทแบบขั้นบันได (ladder-type nervous system) ได้ถูกต้อง
- ก. พบได้ในสัตว์กลุ่มไนดาเรีย
 - ข. มีการรวมกลุ่มของเซลล์ประสาทเป็นปมประสาทอยู่ตามข้อปล้องต่าง ๆ
 - ค. มีเส้นประสาทที่มีลักษณะกลวงอยู่ทางด้านหลัง
 - ง. มีการรวมกลุ่มของเซลล์ประสาทที่บริเวณหัว (nerve ganglion) และมีเส้นประสาทแยกออกมา

2 เส้น

เหตุผล

.....

.....

.....

4. ข้อใดกล่าวถึงการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพารามีเซียม ได้ถูกต้อง
- ก. พารามีเซียมไม่มีเซลล์ประสาท จึงไม่สามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้ามากนัก
 - ข. พารามีเซียมไม่มีเซลล์ประสาท แต่มีเส้นใยประสานงานช่วยควบคุมการเคลื่อนที่ในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า
 - ค. พารามีเซียมมีเซลล์ประสาท ซึ่งแต่ละเซลล์เชื่อมโยงกันทั่วร่างกายควบคุมการตอบสนองต่อสิ่งเร้า
 - ง. พารามีเซียมมีเซลล์ประสาท ซึ่งแต่ละเซลล์รวมกลุ่มกันเป็นปมประสาทควบคุมการตอบสนองต่อสิ่งเร้า

เหตุผล

.....

.....

.....

5. หากนำเข็มจิ้มไปที่หนวด (tentacle) ของไฮดรา ดังรูป ไฮดราจะมีการตอบสนองอย่างไร



- ก. ส่วนของหนวดที่ถูกเข็มจิ้ม ไม่สามารถเคลื่อนไหวได้อีก
- ข. ทั้งหนวดและส่วนอื่น ๆ ของร่างกายหดสั้นลง
- ค. เฉพาะบริเวณที่ถูกเข็มแทงหดสั้นลง
- ง. ไฮดราเคลื่อนที่หนีอย่างรวดเร็ว

เหตุผล

.....

.....

.....

6. สิ่งมีชีวิตและโครงสร้างที่ทำหน้าที่รับรู้และตอบสนองในข้อใด ไม่สัมพันธ์กัน

- ก. พารามีเซียม-เส้นใยประสาท (nerve fiber)
- ข. หอยสองฝา-ปมประสาท (nerve ganglion)
- ค. หมึก-สมอง (brain)
- ง. มนุษย์-สมองและไขสันหลัง (brain and spinal cord)

เหตุผล

.....

.....

.....

7. ข้อใดเปรียบเทียบระบบประสาทของไส้เดือนดินกับกิ้ง ได้ถูกต้อง

- ก. มีระบบประสาทแบบเดียวกัน คือ มีเส้นประสาทอยู่ทางด้านหลังของลำตัว และมีปมประสาทอยู่ตามข้อปล้อง
- ข. มีระบบประสาทแบบเดียวกัน คือ มีเส้นประสาทอยู่ทางด้านท้องของลำตัว และมีปมประสาทอยู่ตามข้อปล้อง
- ค. มีระบบประสาทต่างกัน คือ ไส้เดือนดินมีเส้นประสาทอยู่ทางด้านท้องของลำตัวแต่ไม่มีปมประสาทอยู่ตามข้อปล้อง ส่วนกิ้งมีเส้นประสาทอยู่ทางด้านท้องของลำตัวและมีปมประสาทอยู่ตามข้อปล้อง
- ง. มีระบบประสาทต่างกัน คือ ไส้เดือนดินมีเส้นประสาทอยู่ทางด้านหลังของลำตัวและมีปมประสาทอยู่ตามข้อปล้อง ส่วนกิ้งมีเส้นประสาทอยู่ทางด้านหลังของลำตัวแต่ไม่มีปมประสาทอยู่ตามข้อปล้อง

เหตุผล

.....

.....

.....

8. ข้อใดกล่าวถึงระบบประสาทของสัตว์มีกระดูกสันหลัง ไม่ถูกต้อง

- ก. มีเส้นประสาทที่มีลักษณะกลวงอยู่ทางด้านหลัง
- ข. มีการรวมกลุ่มของเซลล์ประสาทที่บริเวณหัว
- ค. มีปมประสาทและเส้นประสาทแยกออกจากสมองและไขสันหลัง
- ง. ระบบประสาทส่วนกลางประกอบขึ้นจากสมองและระบบประสาทรอบนอกประกอบขึ้นจากไขสันหลัง

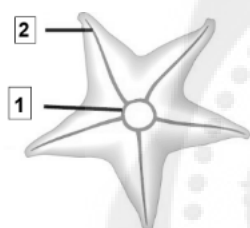
เหตุผล

.....

.....

.....

9. จากรูป หมายเลข 1 และหมายเลข 2 คือโครงสร้างใด ตามลำดับ



- ก. nerve net, coordinating fiber
- ข. radial nerve, nerve cord
- ค. nerve ring, nerve net
- ง. nerve ring, radial nerve

เหตุผล

.....

.....

.....

10. สิ่งมีชีวิตในข้อใดที่ไม่มีระบบประสาท

- ก. ฟองน้ำ พารามีเซียม
- ข. ฟองน้ำ พลานาเรีย
- ค. พารามีเซียม ดอกไม้ทะเล
- ง. พลานาเรีย ดอกไม้ทะเล

เหตุผล

.....

.....

.....

แบบทดสอบที่ 2

เรื่อง เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท

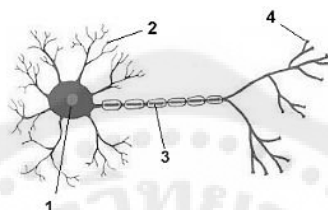
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 10 ข้อ

ระยะเวลา 20 นาที

คำชี้แจง ให้นักเรียนกากบาทตัวเลือกที่ถูกต้อง และให้เขียนบรรยายเหตุผลประกอบการเลือกคำตอบนั้น

1. จากรูปข้อใดกล่าวถูกต้อง



- ก. หมายเลข 1 คือ ตัวเซลล์ ทำหน้าที่รับและส่งกระแสประสาท
- ข. หมายเลข 2 คือ เดนไดรต์ (dendrite) ทำหน้าที่นำกระแสประสาทเข้าสู่ตัวเซลล์
- ค. หมายเลข 3 คือ ซินแนปติกคเลฟท์ (synaptic cleft) เป็นบริเวณที่เกิดการส่งกระแสประสาทระหว่างเซลล์
- ง. หมายเลข 4 คือ แอกซอน ฮิลล็อก (axon hillock) ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของกระแสประสาทก่อนส่งไปยังเซลล์อื่น

เหตุผล

.....

.....

.....

2. เซลล์ประสาทในข้อใดที่ทำหน้าที่ส่งกระแสประสาทออกจากสมองหรือไขสันหลังไปยังกล้ามเนื้อและต่อมต่าง ๆ

- ก. เซลล์ประสาทสั่งการ
- ข. เซลล์ประสาทรับความรู้สึก
- ค. เซลล์ประสาทประสานงาน
- ง. นิวโรเกลีย

เหตุผล

.....

.....

.....

3. ข้อใดกล่าวถูกต้องเมื่อเซลล์ประสาทถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าที่มีผลทำให้ช่อง Na^+ เปิดออก

- ก. ศักย์ไฟฟ้าของเยื่อเซลล์ลดลงและลดโอกาสการเกิดแอกชันโพเทนเชียล
- ข. ศักย์ไฟฟ้าของเยื่อเซลล์เพิ่มขึ้นและลดโอกาสการเกิดแอกชันโพเทนเชียล
- ค. ศักย์ไฟฟ้าของเยื่อเซลล์ลดลงและเพิ่มโอกาสการเกิดแอกชันโพเทนเชียล
- ง. ศักย์ไฟฟ้าของเยื่อเซลล์เพิ่มขึ้นและเพิ่มโอกาสการเกิดแอกชันโพเทนเชียล

เหตุผล

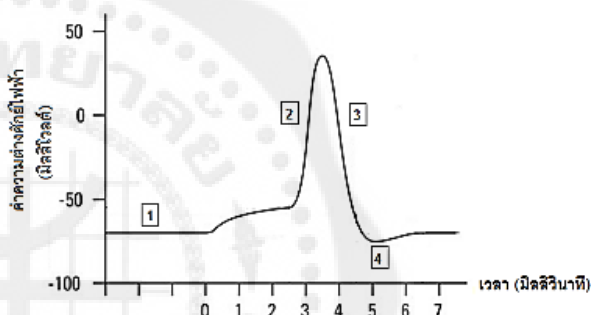
.....

.....

.....

4. จากกราฟ หมายเลขใดเป็นช่วงที่เกิด repolarization

- ก. หมายเลข 1
- ข. หมายเลข 2
- ค. หมายเลข 3
- ง. หมายเลข 4



เหตุผล

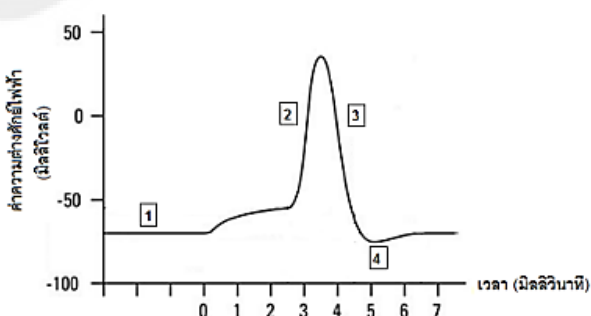
.....

.....

.....

5. จากกราฟ หมายเลขใดเป็นช่วงที่ Na^+ ไหลเข้าสู่เซลล์ประสาทจำนวนมาก เนื่องจากช่องโปรตีนบนเยื่อหุ้มเซลล์ (Na^+ channel) เปิด

- ก. หมายเลข 1
- ข. หมายเลข 2
- ค. หมายเลข 3
- ง. หมายเลข 4



เหตุผล

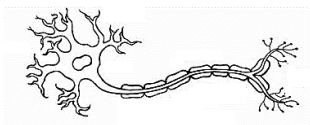
.....

.....

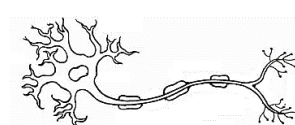
.....

6. เซลล์ประสาทในข้อใด ส่งกระแสประสาทภายในเซลล์ประสาทได้ช้าที่สุด

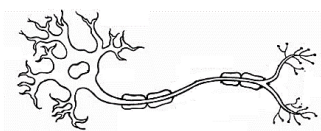
ก.



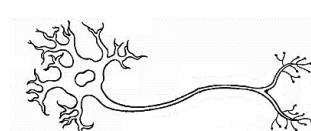
ข.



ค.



ง.



เหตุผล

.....

.....

.....

7. จากตัวเลือกต่อไปนี้ ข้อใดเรียงลำดับการถ่ายทอดกระแสประสาทถูกต้อง

1. แอกซอน (axon)
2. เดนไดรต์ (dendrite)
3. ตัวเซลล์ประสาท (cell body)
4. ไซแนปส์ติคเคิลฟต์ (synaptic cleft)

ก.

2 → 4 → 3 → 1

ข.

2 → 3 → 4 → 1

ค.

4 → 2 → 3 → 1

ง.

4 → 3 → 2 → 1

เหตุผล

.....

.....

.....

8. เพราะเหตุใด เมื่อเราทานยาแก้หวัดบางชนิดแล้วทำให้รู้สึกง่วง

- ก. ยาจะเข้าไปกระตุ้นให้หัวใจเต้นช้าลง
- ข. ยามีฤทธิ์ทำลายเอ็นไซม์ที่มาสลายสารสื่อประสาท
- ค. ยาไประงับการปล่อยสารสื่อประสาท
- ง. ยามีผลไปลดการส่งเลือดไปเลี้ยงสมอง

เหตุผล

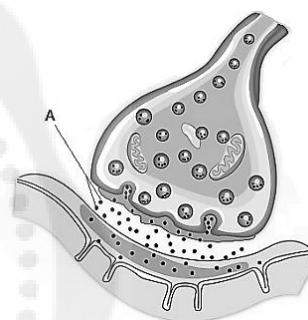
.....

.....

.....

9. จากรูป A คืออะไร และถูกหลังจากใยประสาทใดไปยังใยประสาทใดของอีกเซลล์หนึ่ง

- ก. A คือสารสื่อประสาท หลังจากแอกซอนไปยังเดนไดรต์
- ข. A คือสารสื่อประสาท หลังจากเดนไดรต์ไปยังแอกซอน
- ค. A คือกระแสประสาท หลังจากแอกซอนไปยังเดนไดรต์
- ง. A คือกระแสประสาท หลังจากเดนไดรต์ไปยังแอกซอน



เหตุผล

.....

.....

.....

10. สารสื่อประสาทชนิดหนึ่งกระตุ้นเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทหลังไซแนปส์ ทำให้ Na^+ ซึมผ่านเข้าไปในเซลล์ประสาทได้อย่างรวดเร็ว จากกระบวนการนี้ทำให้เกิดเหตุการณ์ใด

- ก. polarization
- ข. depolarization
- ค. repolarization
- ง. hyperpolarization

เหตุผล

.....

.....

.....

แบบทดสอบที่ 3

เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 10 ข้อ

ระยะเวลา 20 นาที

คำชี้แจง ให้นักเรียนกากบาทตัวเลือกที่ถูกต้อง และให้เขียนบรรยายเหตุผลประกอบการเลือกคำตอบนั้น

1. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

- ก. สมอและไขสันหลังของมนุษย์เจริญมาจากนิวรัลทิวบ์ (neural tube)
- ข. เยื่อหุ้มสมองชั้น arachnoid mater เป็นชั้นที่ติดกับสมองและไขสันหลัง
- ค. ส่วนปลายของไขสันหลังจะมีส่วนของเส้นประสาทไขสันหลังซึ่งมีเฉพาะเส้นใยประสาทเท่านั้น
- ง. น้ำเลี้ยงสมองและไขสันหลังสามารถใช้ตรวจสอบความผิดปกติของเยื่อหุ้มสมองหรือของไขสันหลัง

เหตุผล

.....

.....

.....

2. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

- ก. เส้นประสาทไขสันหลังทุกคู่ทำหน้าที่เป็นเส้นประสาทผสม
- ข. เส้นประสาทสมอง บางคู่ทำหน้าที่เป็นเส้นประสาทรับความรู้สึก บางคู่ทำหน้าที่เป็นเส้นประสาทสั่งการ และบางคู่ทำหน้าที่เป็นเส้นประสาทผสม
- ค. สมองส่วนที่เป็นเนื้อสีเทาซึ่งอยู่ด้านนอกของสมอง ประกอบด้วยตัวเซลล์ประสาทและแอกซอนที่ไม่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม
- ง. ไขสันหลังส่วนที่เป็นเนื้อสีเทาซึ่งอยู่ด้านในของไขสันหลัง ประกอบด้วยตัวเซลล์ประสาทและแอกซอนที่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม

เหตุผล

.....

.....

.....

3. ข้อใดจับคู่ตำแหน่งของสมองไม่ถูกต้อง

- ก. สมองส่วนหน้า - olfactory bulb
- ข. สมองส่วนหน้า - optic lobe
- ค. สมองส่วนหลัง - medulla oblongata
- ง. สมองส่วนหลัง - cerebellum

เหตุผล

.....

.....

.....

4. สมองส่วนใดของมนุษย์ที่ควบคุมการหายใจเข้าออกในขณะนอนหลับ

- 1. สมองส่วน cerebrum
- 2. สมองส่วน pons
- 3. สมองส่วน medulla oblongata

- ก. 1
- ข. 1 และ 3
- ค. 2 และ 3
- ง. 1 2 และ 3

เหตุผล

.....

.....

.....

5. นายอ้วนถูกทำร้ายร่างกาย โดยคนร้ายใช้อาวุธทุบเข้าที่บริเวณท้ายทอย ทำให้สมองของนายอ้วนถูกกระทบกระเทือน พฤติกรรมที่นายอ้วนจะแสดงออกมาข้อใดมีความเป็นไปได้มากที่สุด

- ก. นายอ้วนมีอาการความจำเสื่อม จำไม่ได้ว่าตัวเองเป็นใคร
- ข. นายอ้วนเกิดอาการไร้อารมณ์ทางเพศ
- ค. นายอ้วนไม่เข้าใจสิ่งที่ผู้อื่นพูด ต้องให้ผู้บรรยายหลายครั้ง
- ง. นายอ้วนไม่สามารถเดินให้ตรงทางและควบคุมการหยิบจับของลำบากมากขึ้น

เหตุผล

.....

.....

.....

6. ข้อใดต่อไปนี้เป็นหน้าที่ของงาน การชักมือออกทันที เมื่อสัมผัสโดนหม้อที่ร้อน

- ก. ไชสันหลัง
- ข. สมองส่วน cerebrum
- ค. สมองส่วน cerebrum และไขสันหลัง
- ง. หน่วยปฏิบัติงาน

เหตุผล

.....

.....

.....

7. วงจรประสาทในข้อใดที่ประกอบด้วยเซลล์ประสาทสั่งการ 2 เซลล์

- A. การกระตุ้นจากเศษแก้ว
- B. การหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ
- C. การกระพริบตาเมื่อแมลงบินผ่านใกล้ตา
- D. การขยายของรูม่านตา

- ก. B และ D
- ข. A และ C
- ค. C และ B
- ง. A และ D

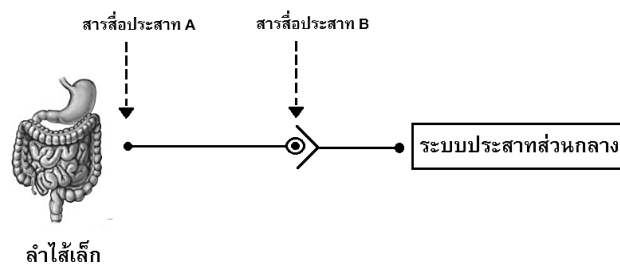
เหตุผล

.....

.....

.....

8. แผนภาพแสดงการควบคุมการทำงานของลำไส้เล็กด้วยระบบประสาทอัตโนมัติ



ข้อใดจับคู่สารสื่อประสาท A และ B ได้ถูกต้อง ถ้าการควบคุมผ่านระบบประสาทซิมพาเทติก

	สารสื่อประสาท A	สารสื่อประสาท B
ก.	acetylcholine	acetylcholine
ข.	norepinephrine	acetylcholine
ค.	norepinephrine	norepinephrine
ง.	acetylcholine	norepinephrine

เหตุผล

.....

.....

.....

9. ข้อใดเปรียบเทียบระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติ ได้ถูกต้อง

	ระบบประสาทโซมาติก	ระบบประสาทอัตโนมัติ
ก.	มีสมองเป็นศูนย์สั่งการ	มีไขสันหลังเป็นศูนย์สั่งการ
ข.	ทำงานใต้อำนาจจิตใจ	ทำงานนอกอำนาจจิตใจ
ค.	มีกล้ามเนื้อเรียบเป็นหน่วยปฏิบัติงาน	มีกล้ามเนื้อลายเป็นหน่วยปฏิบัติงาน
ง.	เกิด reflex action	ไม่เกิด reflex action

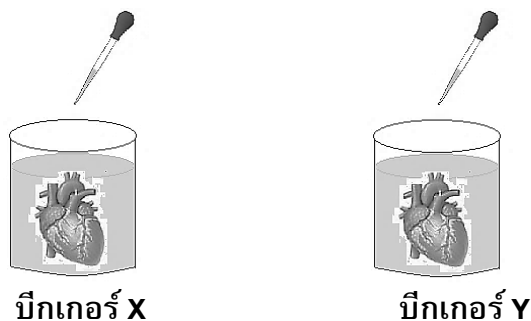
เหตุผล

.....

.....

.....

10. จากแผนภาพการทดลองต่อไปนี้



บีกเกอร์ X เติมน้ำละลาย norepinephrine ส่วนบีกเกอร์ Y เติมน้ำละลาย acetylcholine

ข้อใดเป็นผลสรุปที่ถูกต้องที่สุดของการทดลองนี้

- ก. หัวใจในบีกเกอร์ X และบีกเกอร์ Y มีอัตราการเต้นของหัวใจช้าลง
- ข. หัวใจในบีกเกอร์ X และบีกเกอร์ Y มีอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น
- ค. หัวใจในบีกเกอร์ X มีอัตราการเต้นของหัวใจช้าลง ส่วนหัวใจในบีกเกอร์ Y มีอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น
- ง. หัวใจในบีกเกอร์ X มีอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น ส่วนหัวใจในบีกเกอร์ Y มีอัตราการเต้นของหัวใจช้าลง

เหตุผล

.....

.....

.....



ภาคผนวก ช

แบบสอบถามความพึงพอใจที่ใช้ในงานวิจัย

**แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท**

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ระบบประสาท โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องทางขวามือ โดยมีน้ำหนักคะแนน ดังนี้

ระดับคะแนน 5 หมายถึง	พึงพอใจมากที่สุด
ระดับคะแนน 4 หมายถึง	พึงพอใจมาก
ระดับคะแนน 3 หมายถึง	พึงพอใจปานกลาง
ระดับคะแนน 2 หมายถึง	พึงพอใจน้อย
ระดับคะแนน 1 หมายถึง	พึงพอใจน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา					
1. ความรู้ที่ได้จากการเรียนในหัวข้อการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต					
2. ความรู้ที่ได้จากการเรียนในหัวข้อเซลล์และการทำงานของเซลล์ประสาท					
3. ความรู้ที่ได้จากการเรียนในหัวข้อโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท					
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
4. กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ					
5. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง					
6. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้เรียนรู้และทำงานเป็นกลุ่ม					
7. กิจกรรมการเรียนรู้มีระยะเวลาที่เหมาะสม					
8. สถานที่ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
ด้านสื่อมัลติมีเดีย					
9. สื่อมัลติมีเดียมีความน่าสนใจ กระตุ้นให้อยากเรียน					
10. สื่อมัลติมีเดียช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในหัวข้อนั้นๆได้ง่ายขึ้น					
11. สื่อมัลติมีเดียมีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน					



ภาคผนวก ซ

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ภาพกิจกรรมภายในชั้นเรียน โดยให้นักเรียนชมสื่อวีดิทัศน์แล้วร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนทำการจดบันทึกแนวคิดว่าทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการชมสื่อวีดิทัศน์





ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อสกุล	นางสาวนันท์วัน โชติวนาวรณ
วันเดือนปีเกิด	23 สิงหาคม พ.ศ. 2534
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 2 หมู่ 3 ตำบล พระบาท อำเภอ เมืองลำปาง จังหวัด ลำปาง 54000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2553	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จังหวัด ลำปาง
พ.ศ. 2557	ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาชีววิทยา จาก มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2560	ปริญญาโท การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาชีววิทยา จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ