การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่องระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

มาเรียม วัทนาด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
กรกฎาคม 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ มาเรียม วัทนาด ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทิน กิ่งทอง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(ดร.อนิษฐาน ศรีนวล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทิน กิ่งทอง)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

..... กรรมการ
(ดร.สลิล ชั้นโรจน์)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาศึกษาของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรัฐ ศรีสุข)
วันที่ 29 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2559

ทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทิน กิ่งทอง อาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งกรุณาแนะนำแนวทางในการศึกษาหาความรู้ ให้แนวคิด ให้คำปรึกษา ให้ความช่วยเหลือ สละเวลาตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้กำลังใจมาโดยตลอดระยะเวลาในการทำวิจัย ผู้วิจัยมีความรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อนิษฐาน ศรีนวล ประธานการสอบ และอาจารย์ ดร.สลิล ชั้นโรจน์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน ที่ได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศลักษณ์ ทองขาว ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพเก้า ณ พัทลุง ดร.พิศเรศ คุ่ยต่วน ดร.ดาร์เนีย เจ๊ะหะและอาจารย์ไวยุด๊ะ เหตุเหล๊าะ ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ความรู้ และตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย พร้อมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ส่งผลให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษา คณะครู และนักเรียน โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล และหาคุณภาพของเครื่องมือเพื่อการวิจัย ขอขอบพระคุณครอบครัว คณาจารย์ รุ่นพี่ และเพื่อนนิสิตปริญญาโท สาขาวิชาชีววิทยาศึกษาทุกคน ที่มีส่วนช่วยเหลือและให้กำลังใจเป็นอย่างดีตลอดมา

ขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนทุนการศึกษาจนจบการศึกษา

คุณค่าของงานวิจัยฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องตอบแทนพระคุณบิดา มารดา คุณครูอาจารย์ทุกท่าน และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรม สั่งสอน ชี้แนวทางให้เกิดความรู้ ความคิด สนับสนุน ให้ความช่วยเหลือและปรารถนาดีต่อผู้วิจัยมาโดยตลอด

มาเรียม วัทนาด

56920147: สาขาวิชา: ชีววิทยาศึกษา; วท.ม. (ชีววิทยาศึกษา)
คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้/ แผนผังรูปตัววี/ ระบบประสาท

มาเรียม วัทนาด: การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่องระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (COMPARISON OF INQUIRY BASED LEARNING WITH VEE DIAGRAM AND CONVENTIONAL APPROACH ON LEARNING ACHIEVEMENT AND INTEGRATED SCIENCE PROCESS SKILL IN TOPIC OF NERVOUS SYSTEM OF GRADE 10 STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: สุทิน กิ่งทอง, ปร.ด., เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์, กศ.ด. 199 หน้า. ปี พ.ศ. 2559.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการสอนแบบปกติ กลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย สพม. 16 จำนวน 83 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 42 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี และกลุ่มควบคุม จำนวน 41 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาท และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ANCOVA (Analysis of Covariance)

ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่าของนักเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีเพียงด้านความรู้ความจำที่พบว่าไม่แตกต่างกัน (2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะพบว่ามี 4 ทักษะ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การ

กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีเพียงทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปที่ต่ำกว่า

56920147: MAJOR: BIOLOGY EDUCATION; M.Sc. (BIOLOGY EDUCATION)
KEYWORDS: INQUIRY BASED LEARNING/ VEE DIAGRAM/ NERVOUS SYSTEM

MARIAM WATTHANARD: COMPARISON OF INQUIRY BASED LEARNING WITH VEE DIAGRAM AND CONVENTIONAL APPROACH ON LEARNING ACHIEVEMENT AND INTEGRATED SCIENCE PROCESS SKILL IN TOPIC OF NERVOUS SYSTEM OF GRADE 10 STUDENTS. ADVISORY COMMITTEES: SUTIN KINGTONG, Ph.D., CHADE SIRISAWAT, Ed.D. 199 P. 2016.

The purpose of this research was to compare grade 10 students' learning achievement and integrated science process skill using inquiry base learning with Vee diagram to the conventional teaching. The participants were 83 grade 10 students who enrolled in Science Math Ability program of Hatyaiwittayalai School under the Office of Education Service Area 16 that divided in to two there were 42 of experimental group taught by inquiry based learning with Vee diagram and 41 of control group taught by conventional teaching about the topic of nervous system. The design of this research was experimental design. The data were collected by using learning achievement test and integrated science process skill test. The data were statistically analyzed by using the ANCOVA (Analysis of Covariance) test.

The results showed that (1) learning achievement of the experimental group was significantly higher than the control ($p < .05$). Within the categories of learning achievement; comprehension, application, analysis, synthesis and evaluation of the experimental group were significantly higher than the control ($p < .05$). Only the category of knowledge was not significantly higher. (2) integrated science process skill of the experimental group was significantly higher than the control ($p < .05$). Within the categories of integrated science process skill; formulating hypotheses, defining operation, identifying and controlling variables and experimenting of experimental group were significantly higher than the control ($p < .05$). Only the categories of interpreting data and conclusion was lower.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ณ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

สมมติฐานของการวิจัย 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 6

ขอบเขตของการวิจัย 6

กรอบแนวคิดในการวิจัย 8

นิยามศัพท์เฉพาะ 9

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

หลักสูตรหลักสูตรสถานศึกษาโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย 12

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ 16

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 23

ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 23

ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ 26

องค์ประกอบสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ 27

ทักษะการสืบเสาะหาความรู้ 29

การใช้การสืบเสาะหาความรู้ในชั้นเรียน 30

ขั้นตอนสำคัญของการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 32

ประเภทของการสืบเสาะหาความรู้ 33

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	38
	แผนผังรูปตัววี	39
	ประวัติของแผนผังรูปตัววี	39
	ความหมายของแผนผังรูปตัววี	40
	โครงสร้างของแผนผังรูปตัววี	41
	การจัดการเรียนรู้แบบปกติ	45
	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	45
	ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	46
	ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	46
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	54
	ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	54
	การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	54
	ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	56
	ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	56
	แนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	57
	ข้อแนะนำในการเขียนข้อสอบ	58
	แบบทดสอบอัตนัย	59
	แบบทดสอบแบบเลือกตอบ	62
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	65
3	วิธีดำเนินการวิจัย	68
	ประชากรและกลุ่มที่ศึกษา	68
	รูปแบบการวิจัย	69
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	70
	การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	70
	วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	80

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

การวิเคราะห์ข้อมูล..... 81

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 82

4 ผลการวิจัย 85

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 85

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 85

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 86

5 สรุปและอภิปรายผล 95

สรุปผลการวิจัย 95

อภิปรายผล..... 96

ข้อเสนอแนะ..... 99

บรรณานุกรม.....101

ภาคผนวก.....105

ภาคผนวก ก 106

ภาคผนวก ข.....108

ภาคผนวก ค 135

ภาคผนวก ง.....188

ประวัติย่อของผู้วิจัย..... 199

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1-1 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย 7

2-1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบประสาท 15

2-2 ลำดับขั้นตอนของการพัฒนาการด้านสติปัญญาของเพียเจต์ 18

2-3 เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบอัตนัย 61

2-4 เปรียบเทียบข้อดีและข้อดีจำกัดของแบบทดสอบเลือกตอบ 63

3-1 แบบแผนการวิจัยแบบ The Pretest-Posttest Control Group Design 68

3-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้สาระที่ 1 เรื่อง ระบบประสาท..... 69

3-3 วิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 75

3-4 วิเคราะห์ข้อสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 78

4-1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 86

4-2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติโดยใช้สถิติ ANCOVA 87

4-3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายด้าน ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่าของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติโดยใช้สถิติ ANCOVA 88

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4-4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติโดยใช้สถิติ ANCOVA (คะแนนเต็ม 15 คะแนน) 91

4-5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทักษะกระบวนทางการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติโดยใช้สถิติ ANCOVA..... 92

4-6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA (คะแนนเต็ม 15 คะแนน ทักษะละ 3 คะแนน)..... 93

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ข-1 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี แผนที่ 1 เรื่อง การรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตและเซลล์ประสาท 109

ข-2 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี แผนที่ 2 เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท.....111

ข-3 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี แผนที่ 3 เรื่อง ศูนย์ควบคุมระบบประสาท.....113

ข-4 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี แผนที่ 4 เรื่อง การทำงานของระบบประสาท 115

ข-5 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี แผนที่ 5 เรื่อง อวัยวะรับความรู้สึก.....117

ข-6 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติแผนที่ 1 เรื่อง การรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตและเซลล์ประสาท.....119

ข-7 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติแผนที่ 2 เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท 121

ข-8 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติแผนที่ 3 เรื่อง ศูนย์ควบคุมระบบประสาท.....123

ข-9 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติแผนที่ 4 เรื่อง การทำงานของระบบประสาท.....125

ข-10ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติแผนที่ 5 เรื่อง อวัยวะรับความรู้สึก.....127

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ข-11ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบประสาทกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด 129
ข-12ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด 131
ข-13ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาท 132
ข-14ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ.....134
ง-1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบประสาท ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....189
ง-2 คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 191
ง-3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความรู้ความจำของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA.....193
ง-4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA 193

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ง-5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA……194

ง-6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติโดยใช้สถิติANCOVA …….194

ง-7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการสังเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA……195

ง-8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการประเมินค่าของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA ……195

ง-9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA……196

ง-10ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติANCOVA ……196

ง-11ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA……197

ง-12ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะการทดลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA……197

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ง-15ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA..... 198

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 9
2-1 วงจรการเรียนรู้แบบ Robert Karplus 23
2-2 วงจรการเรียนรู้แบบ Lavole..... 24
2-3 วงจรการเรียนรู้แบบ Berman..... 24
2-4 วงจรการเรียนรู้แบบ 5E 25
2-5 โครงสร้างแผนผังรูปตัววีของ Gowin 41
2-6 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลลงในแผนผังรูปตัววี ของการศึกษาเรื่องเซลล์ 54
4-1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ..... 90
4-2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ... 95

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและนับวันจะมีบทบาทมากขึ้นในอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2555) ชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ต้องพึ่งพาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเข้าไปพัวพันกับทุกชีวิตในสังคม ไม่ว่าจะเป็นด้านอาหาร เครื่องนุ่งห่ม การก่อสร้างที่อยู่อาศัย สุขภาพอนามัย และด้านอื่น ๆ (ภพ เลาหไพบูลย์, 2537) รวมทั้งในงานอาชีพต่าง ๆ นอกจากนี้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นวัฒนธรรมโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge based society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้ตลอดจนกระบวนการผลิตต่าง ๆ ที่ใช้ในการประกอบอาชีพและการดำรงชีวิตประจำวันและยังช่วยให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดวิจารณญาณ มีทักษะสำคัญในการสืบเสาะและค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยประจักษ์พยานและข้อมูลหลากหลายที่ตรวจสอบได้ มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน และที่สำคัญอย่างยิ่งคือ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจสามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข (สสวท., 2555)

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันและประกอบอาชีพ ครูผู้สอนจึงมีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการกระตุ้นให้เกิดความตื่นเต้น อยากรู้อยากเห็น ท้าทายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมคิดลงมือปฏิบัติจริง ก็จะเข้าใจและเห็นการเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์ ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล ให้นักเรียนมีความสนใจมุ่งมั่นที่จะสังเกต สำรวจตรวจสอบ สืบค้นความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง แนวปฏิบัติใหม่ในการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การเรียนการสอนที่รวมหลักการหลายอย่างเข้าด้วยกัน ผู้เรียนมีบทบาทตรง (active learner) ในการเรียนรู้ การเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการคิด เชื่อมโยง

กับชีวิตจริงและมีแนวปฏิบัติ จึงจะเป็นที่ยอมรับว่าเป็นการสอนที่เหมาะสมกับปรัชญาของวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ต้องเปลี่ยนมาเป็นการสอนที่จะทำให้นักเรียนเรียนอย่างมีความหมาย (meaningful learning) ให้นักเรียนได้มีความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ระดับหนึ่งที่เพียงพอจะเป็นประโยชน์ในการใช้ชีวิต ดังนั้นภารกิจของครูจึงต้องทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียน รู้จักคิดวิเคราะห์ทุกขั้นตอนให้ใช้ภาคปฏิบัติเป็นตัวกำหนดในการสร้างสถานการณ์ และทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงแรงจูงใจของนักเรียนจากต้องการคะแนนมาเป็นการอยากค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง เพราะสิ่งนี้เป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับชีวิตในอนาคตเมื่อออกจากโรงเรียนไปแล้ว (สสวท., 2551) ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตราที่ 23 ข้อ 2 และ มาตรา 24 ข้อ 1-3 อาจกล่าวสรุปได้ดังนี้ คือ การจัดการศึกษา ต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้และบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษา ทั้งในด้านความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เรื่องการจัดการ การบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืนจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

นอกจากนี้พบว่าคะแนนการประเมินผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-net) ประจำปีการศึกษา 2557 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัยพบว่าในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ได้คะแนนเฉลี่ย 41.71 คะแนน ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศ แต่เมื่อพิจาณาการกระจายของคะแนนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 35.77 มีคะแนนในช่วงคะแนน 30-40 คะแนน ซึ่งยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศ คือ 32.54 ดังนั้นควรมีการพัฒนาส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และนอกจากนี้ จากประสบการณ์สอนพบว่านักเรียนที่แผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นนักเรียนที่มุ่งพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ พัฒนาความเป็นเลิศทางด้านวิชาการแต่ในขณะเดียวกันเมื่อมีการแข่งขันอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์ การแข่งขันทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถออกแบบการทดลอง กำหนดตัวแปรในการทดลอง ตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป นอกจากนี้ยังพบอีกว่านักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการ

แก้ปัญหาได้ อธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ อาจเกิดจากการที่นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขาดการคิดวิเคราะห์และเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ การสำรวจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 120 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษา 3 แห่งในจังหวัดสุพรรณบุรี โดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัยที่ให้นักเรียนเขียนอธิบายจำนวน 6 ข้อ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ขาดทักษะในด้านการคำนวณ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร และการตีความหมายและการลงข้อสรุป ผลจากการที่นักเรียนขาดทักษะที่สำคัญเหล่านี้ในการเรียนน่าจะเป็นปัญหาสำคัญสำหรับการทำความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์และขาดความสามารถในการปฏิบัติการทดลองและการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (อุษา นาคทอง, 2550)

ชีววิทยาเป็นการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการดำรงชีวิตของตนเอง เช่น การเกิด การกิน การเจริญเติบโต ความแก่ การเจ็บป่วย การขยายพันธุ์ ความตาย เป็นต้น ชีววิทยาสามารถทำให้เข้าใจถึงสรรีวิทยา ชีวิตความเป็นอยู่ ความสัมพันธ์ของตนเองกับสภาพแวดล้อมได้ดียิ่งขึ้น รู้จักเลือกรับประทานอาหารที่ถูกหลักอนามัย รู้จักหลีกเลี่ยงป้องกันตัวเองจากโรคร้ายต่าง ๆ ระวังไม่ให้เกิดโรคระบาด การใช้เทคโนโลยีชีวภาพให้เกิดประโยชน์ในการปรับปรุงคุณภาพผลผลิตพืชและสัตว์ การหลีกเลี่ยงโรคทางพันธุกรรม การใช้วิทยาการทันสมัยช่วยผ่าตัดเปลี่ยนอวัยวะ รวมถึงการช่วยเหลือกันในการรักษาสภาพแวดล้อม รู้จักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติของโลกและใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการเรียนวิชาชีววิทยา จึงเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการนำไปประยุกต์ใช้ให้มีชีวิตอยู่อย่างเหมาะสมในยุคนี้ รวมถึงการศึกษาค้นคว้าเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อมวลมนุษย์ (สิริภัทร์ พราหมณีย์, 2556)

การนำการสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในชั้นเรียนเป็นเรื่องที่ท้าทายสำหรับครูเป็นอย่างมาก (สสวท., 2555) เป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (student – Centered Instruction) โดยมีแนวคิดว่า ในการสอนครูต้องคำนึงถึงการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นสำคัญและช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการกระทำ (learning by doing) เป็นต้น การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-base instruction) เป็นการจัดการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตัวเอง โดยผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน

(ทิศนา แขมมณี, 2557) ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้ตลอดเวลา นักเรียนมีโอกาสฝึกความคิด ฝึกการกระทำทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ นักเรียนสามารถเรียนรู้แนวคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (ภพ เลาหไพบูลย์, 2542) ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ชนาธิป พรกุล, 2557) ซึ่งเป็นทักษะแสวงหาความรู้และแนวทางสำหรับการแก้ไขปัญหา เป็นแนวทางที่พัฒนาขึ้นตามหลักสูตร science a process approach (SAPA) ของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American association for the advancement of science) ประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ แบ่งเป็น 2 ระดับ คือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic science process skill) ได้แก่ การสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล และการพยากรณ์ ส่วนทักษะขั้นบูรณาการ (integrated science process skill) ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งเป็นทักษะกระบวนการขั้นสูงที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เพื่อแสวงหาความรู้ ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ภพ เลาหไพบูลย์, 2542) จากการศึกษางานวิจัยพบว่า การสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (อุษา สุขสวัสดิ์, 2556; ทัสริน สมนวนตาด, 2554; นิพัทธา ชัยกิจ, 2551; อรพินท์ ชื่นชอบ, 2549) นอกจากนี้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (พรรัตน์ กิ่งมะลิ, 2552; สัญญารัก ปรางทอง, 2539) สามารถใช้ในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ (อรพินท์ ชื่นชอบ, 2549) พัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (ทัสริน สมนวนตาด, 2554) แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ (นิพัทธา ชัยกิจ, 2551) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (สาวิตรี เครือใหญ่, 2548) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (อุษา สุขสวัสดิ์, 2556; ณัฐวรรณ เวียนทอง, 2554)

นอกจากนี้การใช้แผนผังรูปตัววี (Vee diagram) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาธรรมชาติของความรู้และผลผลิตของความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแผนที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ทฤษฎีกับวิธีการ ความคิดกับการสังเกต จะช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจระหว่างกิจกรรมการทดลองกับเนื้อหาวิชาได้ดีขึ้น (ทิศนา เขมมณี, 2557) จากการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกสีเขียว ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการสอนโดยใช้ผังมโนมติรูปตัววีกับการสอนปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนมติรูปตัววีสูงกว่านักเรียนที่สอนปกติ (มงคล เสนามลตรี, 2542) และการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ผังมโนมติรูปตัววี ทำให้ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ชุมพล ชารีแสน, 2555)

ดังนั้นการจะพัฒนานักเรียนให้มีความเป็นเลิศทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ตรงตามพันธกิจของโรงเรียนด้านผู้เรียนซึ่งมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ใฝ่รู้ ใฝ่เรียนที่ยั่งยืนนักเรียน นักเรียนควรได้รับการพัฒนาทั้งทางด้านเนื้อหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Integrated science process skill) โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี ของนักเรียนชั้น ม.4 ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องระบบประสาท

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่องระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

สมมติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบประสาทของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีสูงกว่าการการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องระบบประสาทในรายวิชาชีววิทยาโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนากระบวนการคิดและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ได้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาเรื่องระบบประสาท

3. นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการค้นคว้า ต่อยอด หาคำตอบในสิ่งที่ตัวเองสงสัยได้ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นที่จะต้องมีสำหรับนักวิทยาศาสตร์

4. นักเรียนเกิดการเรียนรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทำให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์เมื่อนักเรียนได้รับข้อมูลจากสื่อต่าง ๆ และเกิดกระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

5. เพื่อเป็นแนวทางให้กับครูที่สนใจจะพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการให้กับนักเรียนของตน

6. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ในเนื้อหาวิชากับกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (SMA) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 3 ห้องเรียน ได้แก่ ห้อง 2 จำนวน 42 คน ห้อง 3 จำนวน 45 และห้อง 4 จำนวน 41 คน รวมจำนวน 128 คน

1.2 กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (SMA) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 83 คน ได้มาโดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ได้แก่ กลุ่มทดลอง ห้อง 2 จำนวน 42 คน เป็นนักเรียนชาย 16 คน นักเรียนหญิง 26 คน และกลุ่มควบคุม ห้อง 4 จำนวน 41 คน เป็นนักเรียนชาย 18 คน นักเรียนหญิง 23 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการเรียนรู้ทางชีววิทยาเรื่องระบบประสาทโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

2.3 ตัวแปรควบคุม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแบบปกติ

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ เรื่อง ระบบประสาทชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.1 การรับรู้และการตอบสนอง

3.2 เซลล์ประสาท

3.3 การทำงานของเซลล์ประสาท

3.4 ศูนย์ควบคุมระบบประสาท

3.5 การทำงานของระบบประสาท

3.6 อวัยวะรับความรู้สึก

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ใช้เวลาในการทดลอง 15 ชั่วโมงโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีแผนการทำวิจัยดังนี้ ตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-1 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลา	การปฏิบัติงาน
เมษายน – ตุลาคม 2558	เขียนเค้าโครงวิจัย
พฤศจิกายน 2558	สอบเค้าโครงวิจัย
ธันวาคม 2558 – กุมภาพันธ์ 2559	ทดลองและเก็บรวมรวมข้อมูล
มีนาคม – พฤษภาคม 2559	วิเคราะห์ผล สรุปผลการวิจัยและสอบปากเปล่า
มิถุนายน – กรกฎาคม 2559	รวมรวบข้อมูลวิจัยเข้าเล่มวิทยานิพนธ์และส่งตีพิมพ์

กรอบแนวคิด

ในการวิจัยครั้งนี้สามารถนำเสนอกรอบความคิดในการวิจัยดังนี้

ภาพที่ 1-1 กรอบความคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย เรื่องระบบประสาท ด้านต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำ (knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มา

1.2 ความเข้าใจ (comprehension) หมายถึง ความสามารถในการแปลความ ตีความและขยายความได้

1.3 การนำไปใช้ (application) หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ได้เรียนรู้มาไปแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ หรือสถานการณ์ใหม่ที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน แต่อาจใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกับเรื่องที่เคยพบเห็นมาก่อน

1.4 การวิเคราะห์ (analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะสิ่งต่าง ๆ เป็นส่วนย่อย ๆ ให้ได้

1.5 การสังเคราะห์ (synthesis) หมายถึง เป็นการนำสิ่งต่าง ๆ หรือหน่วยต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไปเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน เพื่อเป็นสิ่งใหม่ เรื่องใหม่ที่มีคุณลักษณะบางอย่างแปลกไปจากส่วนประกอบย่อยเดิม

1.6 การประเมินค่า (evaluation) คือการตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของเนื้อหาและวิธีการต่าง ๆ โดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ว่าสิ่งนั้นดี-เลว เหมาะสมหรือไม่เพียงไร

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หมายถึง ทักษะกระบวนการขั้นสูงที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เพื่อแสวงหาความรู้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นพื้นฐานในการพัฒนา ในเรื่องระบบประสาท ประกอบด้วย

2.1 การตั้งสมมติฐาน (formulating hypotheses) หมายถึง การตั้งคำถามหรือคิดคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองเพื่ออธิบายหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์อย่างไรโดยสมมติฐานที่สร้างขึ้นจะอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์ภายใต้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่สามารถอธิบายคำตอบได้

2.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining operation) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำศัพท์เฉพาะ หรือตัวแปรต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตได้ และวัดได้ เป็นภาษาง่าย ๆ ชัดเจน ไม่กำกวม

2.3 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variables) หมายถึง การบ่งชี้ และกำหนดลักษณะตัวแปรใด ๆ ให้เป็นเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น และตัวแปรใด ๆ ให้เป็นตัวแปรตาม และตัวแปรใด ๆ ให้เป็นตัวแปรควบคุม

2.4 การทดลอง (experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติ และทำซ้ำในขั้นตอนเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐาน

2.5 การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion) หมายถึง การแปรความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ

3. แผนผังรูปตัววี หมายถึง แผนผังรูปร่างตัววีที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับวิธีการ ความคิดกับการสังเกต และวิธีการเชื่อมโยงความเข้าใจระหว่างกิจกรรมการทดลองกับเนื้อหาวิชา ประกอบด้วย หัวข้อต่าง ๆ ดังนี้ คือ คำถามสำคัญ (focus question) ซึ่งจะนำไปสู่การศึกษาเหตุการณ์หรือวัตถุสิ่งของ (events/ objects) ที่อยู่ตอนปลายของแผนผังรูปตัววีสำหรับด้านข้างสองข้างของแผนผังรูปตัววี ด้านซ้ายมือประกอบด้วยกระบวนการทางความคิด (thinking) มีองค์ประกอบย่อย คือ มโนมติ (concepts) หลักการ (principle) และทฤษฎี (theories) ส่วนด้านขวามือเป็นด้านที่แสดงถึงกระบวนการของวิธีการ (methodology) หรือด้านการกระทำ (doing) มีองค์ประกอบย่อยคือ การบันทึกข้อมูล (records) การจัดกระทำข้อมูล (transformation) และข้อความรู้ (knowledge claims)

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้ ความสามารถทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า โดยมีเนื้อหา เรื่องระบบประสาท ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งสามารถวัดพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ได้ครบทุกด้าน ครอบคลุมเนื้อหาตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และมีความเป็นปรนัยสูง

5. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองเพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ระบบประสาท เป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบเพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดออกมาด้วยการเขียนแสดงกระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอน และเน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดระดับสูงเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ซับซ้อน

6. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีขั้นตอนสำคัญดังนี้

6.1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน กิจกรรมประกอบด้วยการซักถามหรือใช้สื่อต่าง ๆ การทบทวนความรู้เดิมเพื่อการสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่ศึกษา

6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) เป็นขั้นวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน ลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล

6.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

6.4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration) นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ค้นคว้าเพิ่มเติม นำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ

6.5 ขั้นประเมิน (evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

7. การจัดการเรียนรู้แบบปกติ เป็นการเรียนการสอนที่ เน้นการบรรยายประกอบการใช้คำถามอธิบาย อภิปรายเนื้อหาสาระหรือสิ่งที่ต้องการสอนให้แก่ผู้เรียน ประกอบด้วย 3 ขั้น คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นดำเนินการสอน ขั้นสรุป

7.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจที่จะเรียนในบทเรียน โดยการใช้คำถามหรือสื่อต่าง ๆ

7.2 ขั้นดำเนินการสอน เป็นการดำเนินการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหา ถ้ามีกิจกรรมการทดลอง ก็จะการอภิปรายก่อนการทดลอง การปฏิบัติการทดลองและการอภิปรายหลังการทดลอง

7.3 ขั้นสรุป เป็นการสรุปเนื้อหาบทเรียน ซึ่งอาจทำได้โดยการใช้คำถาม การใช้สื่ออภิปรายเพื่อลงข้อสรุป

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเรื่องระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาโครงการส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Science Math Ability; SMA) โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย
2. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้
3. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
4. แผนผังรูปตัววี
5. การสอนแบบปกติ
6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. **หลักสูตรสถานศึกษาโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์** (Science Math Ability; SMA) **โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย**

วิสัยทัศน์และพันธกิจด้านต่าง ๆ ของโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย มีรายละเอียดดังนี้

วิสัยทัศน์ โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์ (SMA) มุ่งมั่นให้นักเรียนพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เต็มตามศักยภาพ สามารถใช้ภาษา และเทคโนโลยี เพื่อการเรียนรู้ คู่คุณธรรม สู่สากล

พันธกิจด้านนักเรียน

1. ส่งเสริมและพัฒนาความสามารถพิเศษของนักเรียนเฉพาะด้านอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน
2. จัดกิจกรรมศึกษาแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้

พันธกิจด้านครู

1. ส่งเสริมให้ครูได้พัฒนาองค์ความรู้และเทคนิควิทยาการสมัยใหม่อย่างหลากหลาย

2. ส่งเสริมให้ครูได้พัฒนาเทคนิคและวิธีการจัดการเรียนรู้อย่างหลากหลาย เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

พันธกิจด้านสิ่งแวดล้อม

1. ส่งเสริมและพัฒนาแหล่งเรียนรู้ เทคโนโลยีที่ทันสมัย อย่างหลากหลายและเฉพาะทางให้สอดคล้องกับศักยภาพของนักเรียน

2. ส่งเสริมการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสุขภาพกาย สุขภาพจิต ห่างไกลยาเสพติด และอบายมุข

พันธกิจด้านการบริหารจัดการ

1. พัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง และจัดหลักสูตรเพิ่มเติมที่มีเนื้อหาเข้มข้น

2. พัฒนาระบบบริหารจัดการทรัพยากรเพื่อการศึกษาให้มีประสิทธิภาพ

พันธกิจด้านชุมชนและสังคม

1. สนับสนุนให้ผู้ปกครองมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา เพื่อยกระดับคุณภาพนักเรียนทางด้านวิชาการ คุณธรรม จริยธรรม และบุคลิกภาพ

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว 31244 ชื่อรายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาโครงสร้างและอวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ของสัตว์และมนุษย์ ศึกษาระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก การรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ของสัตว์และมนุษย์ เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท สมองและไขสันหลังที่เป็นศูนย์ควบคุมระบบประสาท การทำงานของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนวัติ โครงสร้างการทำงานของอวัยวะรับความรู้สึกที่เกี่ยวกับนัยน์ตากับการมองเห็น หูกับการได้ยิน จมูกกับดมกลิ่น ลิ้นกับการรับรส และผิวหนังกับการรับความรู้สึก ศึกษาต่อมไร้ท่อ โครงสร้างการทำงานของต่อมไร้ท่อ ฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่สำคัญ การรักษาดุลยภาพด้วยฮอร์โมนและฟีโรโมนในสัตว์ ศึกษาโครงสร้างการทำงานของระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์และมนุษย์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอภิปราย การอธิบายและสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ

มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยม

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต
2. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการทำงานของระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก
3. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อในร่างกาย
4. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์และมนุษย์
5. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับพฤติกรรมสัตว์
6. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและนำความรู้เกี่ยวกับชีววิทยามาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ตารางที่ 2-1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบประสาท

ผลการเรียนรู้	เซลล์ของสิ่งมีชีวิต
1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการทำงานของระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก	1. การรับรู้และการตอบสนอง 2. เซลล์ประสาท 3. การทำงานของเซลล์ประสาท 4. ศูนย์ควบคุมระบบประสาท 5. การทำงานของระบบประสาท 6. อวัยวะรับความรู้สึก

สรุปสาระสำคัญ ดังนี้

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดสามารถรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ ความสามารถดังกล่าวเกี่ยวข้องกับระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อ สำหรับสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น พารามีเซียม การตอบสนองเกิดจากเส้นใยประสานงาน ส่วนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิดมีร่างแหประสาท สัตว์บางชนิดมีปมประสาทและเส้นประสาท ขณะที่สัตว์มีกระดูกสันหลังมีทั้งสมองและไขสันหลัง ปมประสาท และเส้นประสาท

เนื้อเยื่อประสาทประกอบด้วยเซลล์ประสาทและเซลล์ค้ำจุน เซลล์ประสาทมีหลายชนิดการจำแนกชนิดของเซลล์ประสาทอาจจำแนกตามโครงสร้างหรือหน้าที่ของเซลล์ประสาทนั้น เมื่อเซลล์ประสาทถูกกระตุ้นจนถึงระดับตอบสนองได้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ คือ ผิวด้านนอกเซลล์เปลี่ยนเป็นประจุลบและผิวด้านในเซลล์เปลี่ยนเป็นประจุบวก เรียกว่า การเกิดกระแสประสาท กระแสประสาทจะถ่ายทอดไปยังเซลล์ประสาทอีกเซลล์โดยอาศัยสารสื่อประสาท สำหรับเซลล์ค้ำจุน เช่น เซลล์ชวันน์มีหน้าที่สร้างเยื่อไมอิลินหุ้มใยประสาทที่ยาว ใยประสาทที่มีเยื่อไมอิลินหุ้มจะนำกระแสประสาทได้เร็วกว่าใยประสาทที่ไม่มีเยื่อไมอิลินหุ้ม ศูนย์กลางของระบบประสาทในสัตว์มีกระดูกสันหลัง สำหรับคน สมองมีพัฒนาการโดยแบ่งเป็นส่วน ๆ แต่ละส่วนแม้จะมีหน้าที่แตกต่างกันแต่ทำงานสัมพันธ์กัน ทั้งสมองและไขสันหลังจะมีเส้นประสาทสมองและไขสันหลังเชื่อมโยงระหว่างหน่วยรับความรู้สึกกับหน่วยปฏิบัติงาน การทำงานของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติ อวัยวะรับความรู้สึกได้แก่ นัยน์ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง สามารถเปลี่ยนสิ่งเร้าให้กลายเป็นกระแสประสาท เพื่อส่งไปยังสมองให้แปลความหมายเป็นการรับรู้ต่อสิ่งเร้านั้น

จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนการสอนในวิชาชีววิทยานั้น เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการและเจตคติ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม เน้นการเรียนรู้ที่ผ่านกระบวนการคิด กระบวนการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้

2.1 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเพียเจต์และของวีก็อทสกี้เป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎี constructivismเพียเจต์อธิบายว่า พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึบซาบหรือดูดซึม (assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุลโดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญาเพียเจต์เชื่อว่า คนทุกคนจะมีพัฒนาการเชาว์ปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิภาวะและกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น ส่วนวีก็อทสกี้ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก เขาอธิบายว่ามนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้ว ก็ยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคมซึ่งก็คือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้นสถาบันทางสังคมต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนั้น ภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและพัฒนาการเชาว์ปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษาและทางความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกจากกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้นพัฒนาการทั้งสองด้านจะไปร่วมกัน (ทิศนา แขมมณี, 2557)

2.1.1 องค์ประกอบของการสร้างความรู้

ชนาธิป พรกุล (2557) ได้กล่าวเกี่ยวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ โดยมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ประการ คือ

2.1.1.1 โครงสร้างทางปัญญา (schema) หรือ ความรู้เดิมโครงสร้างทางปัญญาเป็นที่เก็บข้อมูลที่มีความเชื่อมโยงกัน เกิดจากการนำข้อมูลที่มีจำนวนมากมาจัดใหม่ให้เป็นระบบที่มีความหมาย โครงสร้างทางปัญญาอาจหมายถึง ลำดับขั้นตอนที่ถูกจัดระเบียบมาเป็น

อย่างดีของมโนทัศน์ ทักษะ หรือเหตุการณ์ ในการเรียนรู้เราจะใช้โครงสร้างทางปัญญาในขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมเรามีโครงสร้างทางปัญญาจำนวนนับไม่ถ้วนในสมอง โครงสร้างทางปัญญาช่วยให้เราเข้าใจข้อมูลหรือสถานการณ์ เช่น เมื่อเราจะไปรับประทานอาหารที่ภัตตาคาร นั่งที่โต๊ะ เปิดเมนูดูรายการอาหาร สั่งอาหาร อาหารจะถูกนำมาเสิร์ฟ รับประทานเสร็จไม่ต้องเก็บจานไปล้าง เรียกพนักงานมาเก็บเงิน จ่ายเงินตามใบเสร็จ และให้ทิปพนักงานเสิร์ฟ โครงสร้างทางปัญญาเช่นนี้ทำให้เราสามารถบอกได้ว่า จะมีอะไรเกิดขึ้นในสถานการณ์นั้น คนเราพบปัญหาเมื่อความเป็นจริงไม่ตรงกับโครงสร้างทางปัญญาที่มี เช่น เมื่อดูรายการอาหารแล้ว แต่ไม่มีพนักงานมารับรายการสั่งอาหาร เป็นต้น

นอกจากนี้ โครงสร้างทางปัญญายังช่วยในการเรียนรู้เรื่องใหม่ เมื่อผู้เรียนได้รับข้อมูลเขาจะพยายามนำข้อมูลใหม่ให้เข้าไปอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ก่อน เช่น การอ่านบทละคร โศกนาฏกรรม ถ้าผู้เรียนมีโครงสร้างทางปัญญาของความโศกเศร้ามาก่อน เขาจะเข้าใจตัวละครและการกระทำต่าง ๆ เขาคาดว่าจะได้พบการต่อสู้ระหว่างความดีความชั่ว ความอ่อนแอของคนและการจบของบทละครด้วยความเศร้า เวลาอ่านแล้วพบว่ามีสิ่งเหล่านี้เกิดขึ้น เขาจะไม่แปลกใจแต่จะทำให้เขารู้สึกว่าเรื่องนี้ตรงกับกรอบมโนทัศน์ หรือความคิดของเขาโครงสร้างทางปัญญากับการสอน เมื่อผู้เรียนเรียนรู้เรื่องใหม่ ครูควรนำโครงสร้างทางปัญญาเดิมมาใช้ประโยชน์ เช่น ครูภูมิศาสตร์เคยสอนโครงสร้างทางปัญญาของภูเขา ภูเขาไฟ ลำธาร ธารน้ำแข็ง เมื่อผู้เรียนมาพบข้อมูลสภาพทางภูมิศาสตร์ใหม่ จะเกิดการถ่ายโอนความรู้นำไปแยกแยะประเภทจัดหมวดหมู่ข้อมูลใหม่ ทำให้เกิดโครงสร้างทางปัญญาได้อีกหลายแบบ

2.1.1.2 **กระบวนการทางปัญญา** (cognitive process) เพียเจต์ (1964) ได้อธิบายว่า กระบวนการทางปัญญาเป็นกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูลในสมองของผู้เรียน เมื่อข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่สมองจะเกิดการเปลี่ยนแปลงระบบภายในเพื่อทำความเข้าใจหรือทำให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงนี้เรียกว่า การปรับตัว ประกอบด้วยสองกระบวนการคือ กระบวนการดูดซึมเป็นการคัดกรองข้อมูลใหม่ หรือความรู้ใหม่เข้าไปเก็บรวมกับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา ผู้เรียนใช้กระบวนการนี้เมื่อความรู้ใหม่มีความแตกต่างจากความรู้เดิมไม่มากนัก หรือไม่ยากที่จะเข้าใจ และกระบวนการปรับสภาวะเป็นการปรับหรือเปลี่ยนแปลงความเข้าใจที่เคยมีอยู่แล้วให้เข้ากับข้อมูลใหม่ ผู้เรียนใช้กระบวนการนี้เมื่อไม่สามารถใช้กระบวนการดูดซึม เนื่องจากข้อมูลใหม่ไม่มีความใกล้เคียงหรือสัมพันธ์กับความรู้เดิม จำเป็นต้องปรับความเข้าใจเรื่องเดิมให้เข้ากับความรู้ใหม่ แล้วจึงจัดเก็บในโครงสร้างทางปัญญา ในการเรียนรู้ผู้เรียนใช้กระบวนการทั้งสองในลักษณะที่ต่างกัน เมื่อผู้เรียนพบสิ่งที่เคยรู้จัก หรือมีความรู้ ผู้เรียนใช้

กระบวนการดูดซึม คือ นำโครงสร้างทางปัญญามาใช้ทำความเข้าใจสิ่งที่พบ แล้วนำสิ่งที่พบนั้นเข้าไปเพิ่มในโครงสร้างทางปัญญา ทำให้โครงสร้างทางปัญญาขยายใหญ่ขึ้นแต่ถ้าผู้เรียนพบสิ่งที่ไม่เคยรู้จัก จะเกิดการงุนงงสงสัย เรียกว่าเกิดภาวะไม่สมดุล ผู้เรียนจะใช้กระบวนการปรับสภาวะปรับโครงสร้างทางปัญญาที่มีให้เข้ากับสิ่งที่พบใหม่ ทำให้เกิดภาวะสมดุล ผู้เรียนมีความเข้าใจสิ่งที่พบใหม่ นำสิ่งที่พบไปเก็บไว้ในโครงสร้างทางปัญญาที่ถูกปรับแล้ว กระบวนการที่มีความต่อเนื่องของสภาวะไม่สมดุลและสภาวะสมดุลทำให้สติปัญญามีการเจริญเติบโตสู่ระดับที่สูงขึ้น

การปรับตัวทำหน้าที่สำคัญในการพัฒนาสติปัญญาตามระดับอายุตามโครงสร้างทางจิตวิทยา ซึ่งพอจะประมาณได้ว่าระดับอายุใด ผู้เรียนจะมีความสามารถในการคิดแบบใด

เพียเจต์ (1964) ได้จัดลำดับขั้นตอนของการพัฒนาการด้านสติปัญญาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ตารางที่ 2-2 ลำดับขั้นตอนของการพัฒนาการด้านสติปัญญาของเพียเจต์

ขั้น	**อายุ (โดยประมาณ)**	**ลักษณะโครงสร้างทางปัญญา**
sensorimotor	0 – 2 ปี	เลียนแบบ จำได้ คิดได้ จำสิ่งของได้แม้จะไม่ได้เห็น เริ่มทำพฤติกรรมที่มีเป้าหมาย
preoperational	2 –7 ปี	เริ่มใช้ภาษาแทนสิ่งของ สามารถคิดไปทางเดียวคิดย้อนกลับไม่ได้ ภาษาและการคิดจะเกี่ยวกับตนเอง
Concrete operational	7 – 11 ปี	สามารถใช้เหตุผลแก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมได้ รู้จักคุณสมบัติของวัตถุแม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง คิดย้อนกลับไปที่จุดเริ่มต้นได้
Formal operation	11 – 15 ปี	สามารถใช้เหตุผลแก้ปัญหาที่เป็นนามธรรมหรือมีความซับซ้อนได้ เริ่มการคิดแบบวิทยาศาสตร์มากขึ้น

เมื่อใดที่การจัดการเรียนการสอนของครูไม่ได้นำเสนอเนื้อหาใหม่ผู้เรียนจึงใช้กระบวนการดูดซึมซ้ำและเช่นเดียวกับการสอนเนื้อหาใหม่ที่ผู้เรียนไม่เข้าใจก็จะเกิดกระบวนการปรับสภาวะซ้ำซึ่งทั้งสองสถานการณ์นี้ไม่ช่วยในการพัฒนาสติปัญญา เมื่อใดที่ครูสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนเกิดภาวะไม่สมดุล โดยตั้งใจหรือไม่ก็ตามผู้เรียนจะพยายามแก้ไขสภาวะนั้นโดยสร้างบางสิ่งขึ้นมา ซึ่งทำให้คำตอบอาจไม่ถูกต้อง ครูต้องให้ความสนใจยอมรับฟังทั้งคำตอบที่ผิดและที่ถูก สำหรับคำตอบที่ผิดจะต้องหาทางให้ผู้เรียนคิดใหม่ การสอนคือ การสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนค้นพบโครงสร้าง ไม่ใช่การส่งต่อโครงสร้าง เป้าหมายของการสอนไม่ได้อยู่ที่การสร้างโอกาสให้ผู้เรียนสร้างและค้นพบความรู้ ครูต้องให้เวลาผู้เรียนสำหรับการสร้างและการค้นพบด้วยตนเอง

2.1.1.3 **ข้อมูลใหม่ หรือประสบการณ์ใหม่** โดยข้อมูลใหม่หรือประสบการณ์ใหม่ เป็นข้อมูลที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมรอบตัว ซึ่งก็คือ หลักสูตรหรือเนื้อหาที่ครูนำมาสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม โดยมีเป้าหมายให้ผู้เรียนเข้าใจโลกรอบตัว เป็นบุคคลที่มีความรับผิดชอบมีทักษะการแก้ปัญหา การตัดสินใจเลือกเนื้อหาใดมาสอน มักจะดูเป้าหมายเป็นสำคัญแล้วเลือกเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมาย รวมถึงพิจารณาความสามารถ ความรู้และความสนใจของผู้เรียน ในปัจจุบันมีความคิดโต้แย้งกันในเรื่องสิ่งที่จะนำมาสอนว่าควรเป็นเนื้อหา หรือกระบวนการ ถ้ามองในภาพของการเรียนการสอนจะเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้

การจัดประเภทของเนื้อหา อาจแบ่งได้ 3 ประเภทดังนี้

1. ผลลัพธ์ของการจัดการเรียนการสอนคือ สิ่งที่ผู้เรียนแสดงเป็นความคิด ความรู้สึก และการกระทำ ผู้เรียนจะแสดงสิ่งเหล่านี้เมื่อได้เรียนรู้เนื้อหาที่เอื้อให้เกิดผลของการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว เนื้อหามี 3 ลักษณะ คือ ลักษณะที่แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับความรู้ความคิด เรียกว่า พุทธิพิสัย (cognitive domain) ลักษณะที่แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับความรู้สึก ค่านิยม เรียกว่า จิตพิสัย (affective domain) และลักษณะที่แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับความสามารถทางร่างกาย เรียกว่า ทักษะพิสัย (psychomotor domain) ทั้ง 3 ลักษณะนี้ถูกนำมาใช้ในการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อใช้วัดผลพฤติกรรมและเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

2. ความสามารถที่เกิดจากการเรียนรู้ เป็นการสร้างความสามารถให้เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียนให้ผู้เรียนแสดงออกมาเป็นพฤติกรรมต่าง ๆ ได้จัดความสามารถที่เกิดจากการเรียนรู้ไว้ 5 ประเภท ได้แก่ การใช้ภาษา ทักษะทางปัญญา กลวิธีรู้คิด เจตคติ และทักษะการเคลื่อนไหว

3. ลำดับการเรียนรู้ การจัดเนื้อหาประเภทนี้การสอนควรให้ผู้เรียนรู้หรือเข้าในเนื้อหาที่เป็นข้อเท็จจริงและมโนทัศน์ก่อนแล้วจึงสอนทักษะการคิด ดังนั้นควรเรียงลำดับจากการสอน ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการและทักษะการคิด

ดังนั้นอาจสรุปได้ว่า constructivism เป็นทฤษฎีที่เชื่อว่าการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองโดยกระบวนการสร้างความรู้ที่เกิดขึ้นนั้น มาจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและเกิดการซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่และปรับโครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่

ดังนั้นผู้วิจัยคิดว่าควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ภายใต้การจัดประสบการณ์หรือสถานการณ์ใหม่ ๆ โดยให้มีกระบวนการโครงสร้างทางปัญญาทำงานร่วมกับกระบวนการทางสังคม เพื่อพัฒนามโนทัศน์ การคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีในการเรียนการสอน

ทิศนา แขมมณี (2557) ได้กล่าวถึงการประยุกต์ใช้ทฤษฎีในการเรียนการสอน ซึ่งสามารถทำได้หลายประการดังนี้

1. ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ผลของการเรียนรู้จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ (process of knowledge construction) และตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น (reflexive awareness of that process) เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง (authentic tasks) ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2. เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระการเรียนรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้

3. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น

4. ในการจัดการเรียนการสอนครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรม (sociomoral) ให้เกิดขึ้น นั่นคือ ผู้เรียนต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือ การแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และบุคคลอื่น ๆ ช่วยให้การเรียนรู้กว้างขึ้น ซับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น

5. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ เช่น ผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียน ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกลงกันเองเมื่อเกิดความขัดแย้ง หรือมีความคิดเห็นแตกต่างกัน เลือกผู้ร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน

6. ในการเรียนการสอน ครูจะมีบทบาทจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ เป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก หรือช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ การเรียนจะต้องเปลี่ยนจาก instruction ไปเป็น construction คือ เปลี่ยนจากการให้ความรู้เป็นการให้ผู้เรียนสร้างความรู้ ดังนั้นครูจะต้องช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทิศทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษาผู้เรียนทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหาและประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนั้นครูยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วย

7. ในด้านการประเมินการเรียนการสอน ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงมีลักษณะที่หลากหลาย

ดังนั้นการประเมินจึงต้องมีลักษณะเป็น goal free evaluation ซึ่งเป็นการประเมินตามจุดมุ่งหมายในลักษณะที่ยืดหยุ่นกันไปในแต่ละบุคคล และการประเมินควรใช้วิธีที่หลากหลาย นอกจากนั้นการวัดผลต้องใช้กิจกรรมหรืองานบริบทจริงด้วย

2.2 **ทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนของบรูเนอร์** (Bruner's theory of instruction)

บรูเนอร์ (Bruner) นักจิตวิทยาชาวอเมริกันได้เสนอหลักการสำคัญในการจัดการศึกษาว่า ควรคำนึงถึงทฤษฎีพัฒนาการในกำหนดเนื้อหาความรู้กับวิธีสอน นั่นคือ ในการที่จะกำหนดเนื้อหาใดมาสอนเด็กนั้น ควรจะพิจารณาดูว่า ในขณะนั้นเด็กมีพัฒนาการระดับใด มีความสามารถเพียงใด ก็ปรับเนื้อหาให้เหมาะสมกับนักเรียน ซึ่งโดยวิธีนี้ครูไม่ต้องรอให้เด็กมีความพร้อม ซึ่งความพร้อมในที่นี้ หมายถึง ความสามารถที่เด็กจะเรียนทักษะอย่างง่าย ๆ ได้ก่อน ซึ่งจะเป็นพื้นฐานของทักษะอย่างยากต่อไป (ภพ เลาหไพบูลย์, 2542)

แนวคิดของบรูเนอร์เกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญานั้นมีส่วนคล้ายกับของเพียเจต์แต่บรูเนอร์ ได้เน้นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งเพียเจต์มองข้ามสิ่งแวดล้อมไป บรูเนอร์ได้เสนอว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของคนแบ่งเป็น 3 ขั้น คือ

2.2.1 **การเรียนรู้โดยการกระทำ** (enactive representation) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่เด็กแรกเกิดจนถึงอายุประมาณ 2 ปี เป็นช่วงที่เด็กแสดงให้เห็นถึงความมีสติปัญญาด้วยการกระทำ เป็นการเรียนรู้โดยการกระทำ ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดำเนินต่อไปตลอดชีวิต

2.2.2 **การเรียนรู้โดยการรับรู้เป็นภาพในใจ** (iconic representation) ขั้นนี้เด็กสามารถใช้จินตนาการและสร้างภาพในใจโดยไม่มีการกระทำ เด็กสามารถนำสิ่งที่เห็นจากโลกภายนอกและสิ่งที่อยู่ในใจของเขามาผสมผสานและจัดลำดับให้เป็นระเบียบเข้าด้วยกัน เด็กอายุ 2-7 ปี สามารถใช้จินตนาการและสร้างภาพในใจได้ตามระดับความสามารถ โดยนึกถึงรูปภาพหรือสิ่งของที่มีความสำคัญหรือความหมาย การเกิดภาพในใจซึ่งแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจนั้นจะพัฒนาเพิ่มขึ้นตามอายุ จนถึงอายุประมาณ 7 ปี จะมีพัฒนาการได้สูงสุด

2.2.3 **การเรียนรู้โดยสื่อความหมายทางสัญลักษณ์** (symbolic representation) ขั้นนี้เด็กสามารถถ่ายทอดประสบการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยการใช้สัญลักษณ์หรือภาษา ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความคิด เป็นขั้นสูงสุดของพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจเด็กสามารถคิดหาเหตุผล และในที่สุดก็จะเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และสามารถแก้ปัญหาได้

จากหลักการสอนและขั้นพัฒนาการต่าง ๆ ของบรูเนอร์ จะมีประโยชน์ต่อครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง อาจนำมาใช้กับผู้เรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้เป็นลำดับ ดังนี้

1. การนำเสนอปัญหา
2. ให้ผู้เรียนมีโอกาสทำความเข้าใจกับปัญหา
3. ให้ผู้เรียนแก้ปัญหาพร้อมกำหนดอุปกรณ์มาให้
4. ให้ผู้เรียนแสดงผลการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
5. อธิบายเพิ่มเติมโดยผู้เรียนและผู้สอนในเรื่องที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา
6. สรุปผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

หลักการสำคัญที่เกี่ยวกับการสอนและการเรียนรู้ซึ่งบรูเนอร์ ได้เสนอไว้มีดังนี้ คือ เนื้อหาวิชาที่สอนควรแบ่งแยกเป็นส่วนย่อย ๆ และจัดลำดับให้เหมาะสมกับผู้เรียน การสอนต้องคำนึงถึงความพร้อมของผู้เรียนและแรงจูงใจ แบบของการเสนอการเรียนรู้ 3 ขั้น คือ ขั้นลงมือ

ปฏิบัติกับของจริง ขั้นเรียนรู้จากรูปแบบของภาษาและจินตนาการ ขั้นเรียนรู้จากการใช้ตัวเลขแทนสัญลักษณ์ในการแทนค่า วิธีสอนที่จะให้ผู้เรียนมีความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ คือ วิธีสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง การจัดกิจกรรมและประสบการณ์การเรียนต้องสร้างสิ่งแวดล้อมใหม่ให้ท้าทายความคิดและการกระทำ โดยจัดให้มีกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องใช้กระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหา และการเรียนรู้กระบวนการมีความสำคัญและจำเป็นมากกว่าการเรียนรู้เนื้อหาด้านความรู้ เพราะบรูเนอร์ถือว่าความรู้เป็นกระบวนการ ไม่ใช่ผลผลิต

จากข้างต้นอาจกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีของบรูเนอร์นั้นจะต้องจัดเนื้อหาและวิธีสอนให้สอดคล้องกับขั้นพัฒนาการของเด็ก ความพร้อมเป็นสิ่งที่สามารถสอนหรือเร่งให้เกิดเร็วขึ้นได้ และการเรียนรู้กระบวนการมีความสำคัญและจำเป็นมากกว่าเนื้อหาความรู้ ความรู้เป็นกระบวนการไม่ใช่ผลิตผล การสอนแบบค้นพบด้วยตนเองช่วยให้ความรู้คงทนและเกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ได้

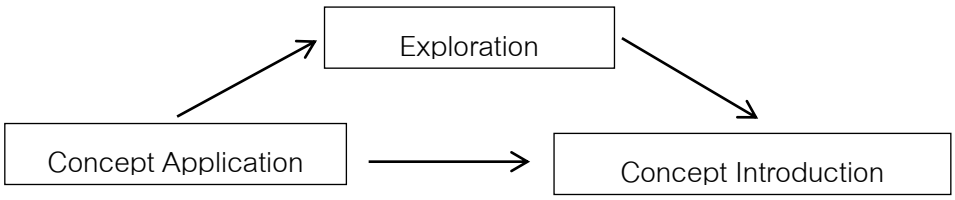
ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาชีววิทยาเรื่องระบบประสาท ผู้วิจัยจึงเลือกการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะซึ่งเป็นวิธีสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้โดยการค้นพบด้วยตนเอง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างสถานการณ์ให้ท้าทายความคิดและการกระทำของผู้เรียน ให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน การค้นคว้า จัดให้มีกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องใช้กระบวนการคิด ได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อแก้ปัญหา และเน้นการเรียนรู้กระบวนการมากกว่าการเรียนรู้เนื้อหา

3. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

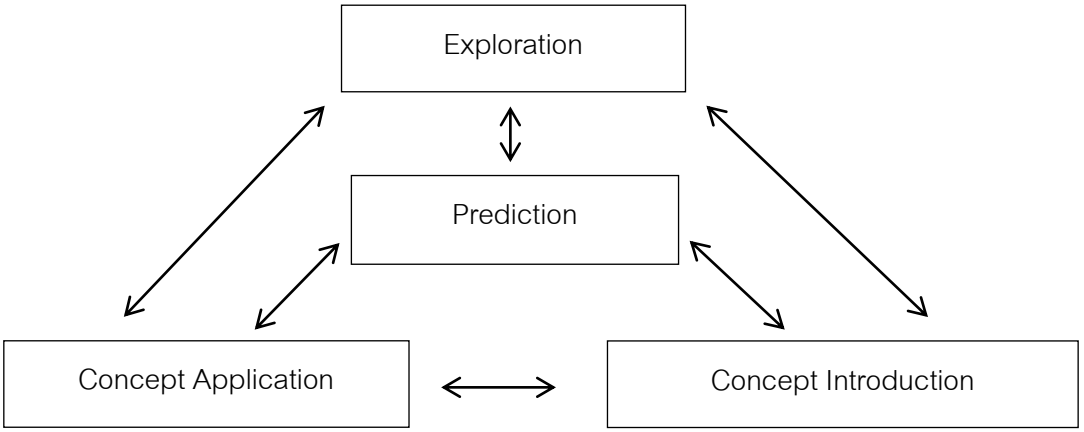
สกุล มูลแดง (2556) ได้นำเสนอการจัดการเรียนรู้แบบ 5E พัฒนาตามลำดับดังนี้

Robert Karplus เสนอการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การสำรวจ (exploration) การอธิบายแนวคิดหรือคำศัพท์วิทยาศาสตร์ (concept introduction) และการประยุกต์ให้แนวคิด (concept application)



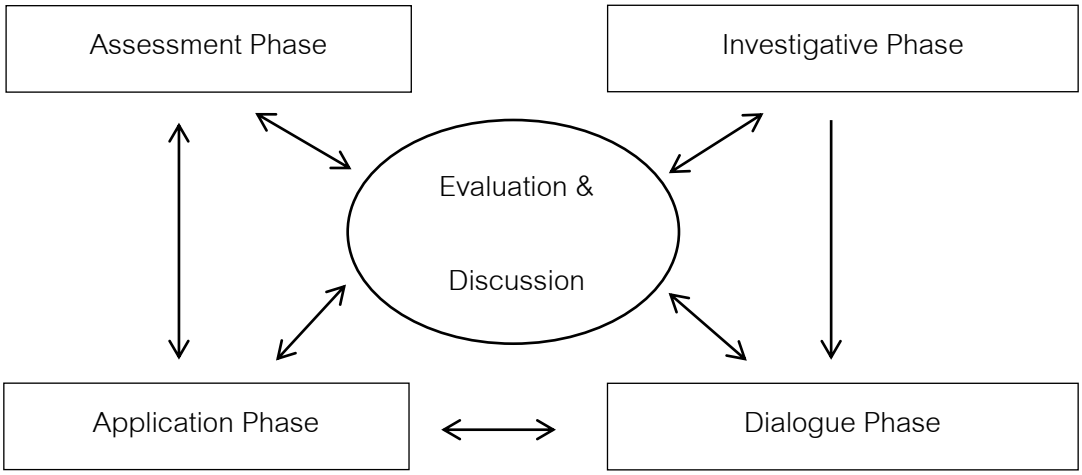
ภาพที่ 2-1 วงจรการเรียนรู้แบบ Robert Karplus

วงจรการเรียนรู้แบบ science curriculum improvement study (SCIS) Lavole นำวงจรการเรียนรู้แบบ SCIS ไปพัฒนาต่อว่าจะต้องมีการตัดสิน (prediction) ในแต่ละขั้นของวงจรด้วย



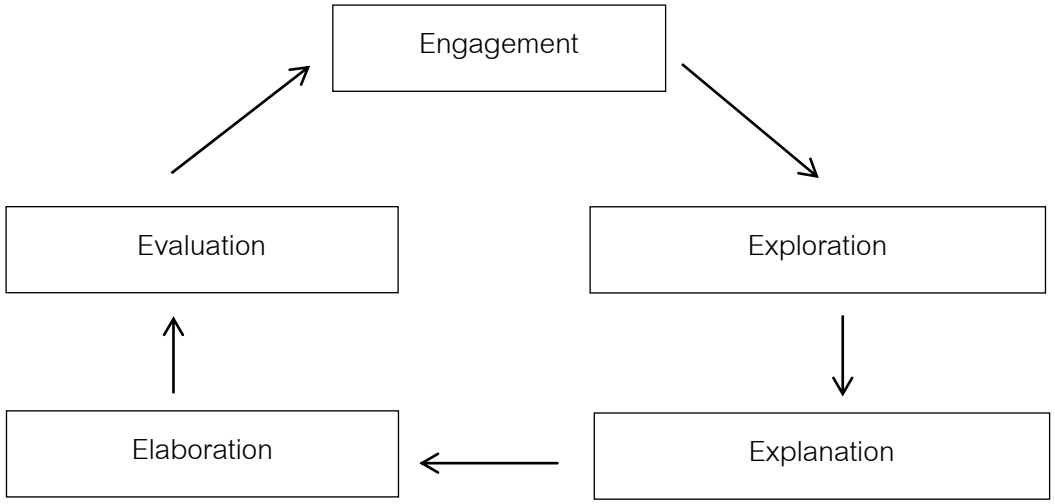
ภาพที่ 2-2 วงจรการเรียนรู้แบบ Lavole

Barman คิดว่าทุกขั้นตอนต้องมีการวัดและประเมินผล (evaluation) และใช้การสำรวจตรวจสอบ ทดลอง วิเคราะห์ (investigation) แทนขั้นการสำรวจและมีขั้นของการสนทนา (dialogue) อยู่ด้วย



ภาพที่ 2-3 วงจรการเรียนรู้แบบ Berman

Rodger W. Bybee ได้พัฒนาวงจรการเรียนรู้แบบ 5E และ BSCS เป็นองค์กรที่นำมาใช้เป็น BSCS 5E instructional model



ภาพที่ 2-4 วงจรการเรียนรู้แบบ 5E

ปัจจุบันได้มีการขยายวงจรการเรียนรู้ 5E เป็น 7E โดย Eisenkraft โดยมีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นให้เด็กได้มีความสนใจและสนุกกับการเรียน และยังสามารถปรับประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเองเน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้ และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น หรือวงจรการเรียนรู้แบบ 5E ซึ่งได้พัฒนาจาก 3E โดยเพิ่มขั้นแรกเพื่อการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ สงสัยอยากรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้น และเพิ่มขั้นตอนการท้าทายให้นักเรียนคิดถึงการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ นอกจากนี้นักเรียนอาจมีคำถามใหม่ที่สงสัยอยากรู้เป็นการนำไปสู่การเรียนในหัวข้อต่อ ๆ ไปอีก

3.2 ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) ได้กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าเป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ได้กล่าวถึงการเรียนแบบสืบเสาะ ว่าเป็น การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย

กุณฑรี เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ (2550) ได้ให้ความหมายของวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนแบบ 5Es ว่าเป็นวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาโดยผู้สอนเป็นผู้จัดสถานการณ์ ทำให้เกิดปัญหา ทำให้ผู้เรียนคิดแสวงหาคำตอบด้วยตนเองโดยการตั้งคำถาม ตั้งปัญหา กำหนดสมมติฐาน การตรวจสอบสมมติฐาน วิเคราะห์ผลและสรุป เป็นวิธีการสอนที่ฝึกให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิด หาวิธีแก้ปัญหา และสามารถนำการแก้ปัญหานั้นมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้และทำให้เกิดวงจรการเรียนรู้ใหม่

ทิศนา แขมมณี (2557) การจัดการเรียนรู้โดยเน้นกระบวนการสืบสวน หมายถึง การดำเนินการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ครูผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

นราธิป พรกุล (2557) ได้ให้ความหมายของ รูปแบบการสอนการสืบสอบ (the inquiry model) คือ กระบวนการวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ

ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่า การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนกระตุ้นในผู้เรียนเกิดคำถามจากการจัดสถานการณ์ อำนวยความสะดวก ให้ผู้เรียนเกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล เพื่อนำมาประมวลผลหาข้อสรุปด้วยตนเอง

3.3 องค์ประกอบสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้

สสวท. (2555) ได้กล่าวไว้เกี่ยวกับ องค์ประกอบสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้คือ

3.1.1 การตั้งใจจดจ่อกับการตั้งคำถามวิทยาศาสตร์

คำถามวิทยาศาสตร์เป็นคำถามที่นำไปสู่การตรวจสอบได้ เป็นคำถามเกี่ยวกับวัตถุ สิ่งของ สิ่งมีชีวิต เหตุการณ์ในธรรมชาติที่เชื่อมโยงกับแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ คำถามดังกล่าวนำไปสู่การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ เก็บรวบรวมข้อมูล แล้วใช้ข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์แล้วมาสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ นั้น คำถามที่ถามจึงเป็นประเภทที่ขึ้นต้นว่า ทำไม เช่น ทำไมวัตถุทุกชนิดจึงตกลงสู่พื้น และคำถาม อย่างไร เช่น แสง น้ำ และอากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้พืชเติบโตได้อย่างไร

3.1.2 การให้ความสำคัญกับประจักษ์พยานที่สอดคล้องกับคำถาม

ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ได้จากประจักษ์พยานในธรรมชาติ และหาคำอธิบายธรรมชาติว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร จึงต้องเน้นข้อมูลที่แม่นยำจากการสังเกตอย่างถี่ถ้วนด้วยประสาทสัมผัส การวัด การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ที่ได้มาตรฐานช่วยขยายความสามารถของประสาทสัมผัส เช่น แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์มาตรวัดต่าง ๆ ทางไฟฟ้า ปรากฏการณ์ที่เป็นธรรมชาติไม่สามารถควบคุมได้เหมือนการทดลองในห้องปฏิบัติการจึงต้องใช้เวลาในการสังเกต สำรวจเป็นเวลานาน แล้วมาลงความเห็นเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นจากปัจจัยต่าง ๆ การรวบรวมข้อมูลจากประจักษ์พยานในธรรมชาติ จึงต้องทำหลายอย่าง ทำซ้ำหลายครั้ง รวบรวมข้อมูลที่แตกต่างอาจมีความสัมพันธ์กับเหตุการณ์อย่างเดียวกัน การปฏิบัติดังกล่าวทำให้ได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์

3.1.3 การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยาน

การอธิบายเพื่อตอบคำถามที่สงสัยจะอยู่บนพื้นฐานของการวิเคราะห์เหตุและผล คือประจักษ์พยานที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ ด้วยการใช้ความคิดวิจารณญาณในการสร้างคำอธิบายที่เป็นการแสดงถึงการเรียนรู้ในสิ่งที่ยังไม่เคยรู้ ไม่คุ้นเคย เชื่อมโยงกับสิ่งที่สังเกตหรือเคยเรียนรู้มาก่อนแล้ว โดยการสร้างคำอธิบายที่อาจสนับสนุนหรือโต้แย้งอย่างมีเหตุผล การอธิบายจากประจักษ์พยานที่รวบรวมได้ เป็นการสร้างแนวความคิดใหม่จากความเข้าใจที่มีอยู่แล้วและถือว่าเป็นการสร้างความรู้ใหม่สำหรับนักเรียน ครูควรแนะให้เห็นว่าคำอธิบายดังกล่าวของนักเรียนยังไม่ช่ำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3.1.4 การเชื่อมโยงคำอธิบายกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความรู้อื่น ๆ

คำอธิบายสร้างขึ้นจากประจักษ์พยาน จะต้องมีการประเมินคำอธิบาย ปรับปรุงแก้ไขมีการเพิ่มเติมหรือตัดทอน ตรวจสอบคำอธิบายนั้นได้รับการสนับสนุนอย่างจิงจังจากประจักษ์พยานและแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ การอธิบายนั้นตอบคำถามหรือไม่ มีอะไรที่แสดงถึงความไม่เที่ยงตรง ไม่แม่นยำในการเชื่อมโยงประจักษ์พยานมาสู่คำอธิบาย หรือยังมีคำอธิบายอื่นที่เป็นเหตุผลมากกว่าหรือไม่

3.1.5 การสื่อสารนำเสนอคำอธิบายของตนเอง

การนำเสนอคำอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจจะต้องมีความชัดเจน ตั้งแต่คำถาม วิธีการที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบ ประจักษ์พยานที่รวบรวมได้จากข้อมูล คำอธิบายที่มีการทบทวน ตรวจสอบกับคำอธิบายอื่น ๆ การนำเสนอคำอธิบายดังกล่าว ควรเปิดโอกาสให้มีการซักถาม ตรวจสอบประจักษ์พยาน วิพากษ์วิจารณ์ สนับสนุนหรือโต้แย้งอย่างมีเหตุผล เนื่องจากความรู้ที่สร้างคำอธิบายนั้นอาจเป็นส่วนที่เกิดความผิดพลาด หรือคำอธิบายนั้นเกินกว่าประจักษ์พยานที่มีอยู่ หรืออาจมีการนำเสนอคำอธิบายอีกแนวหนึ่งได้ จากประจักษ์พยานเดียวกันนั้น การนำเสนอคำอธิบายนี้อาจนำไปสู่คำถามในการเชื่อมโยงประจักษ์พยานอื่น ๆ และความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้สามารถตอบข้อซักถาม สนองตอบต่อข้อโต้แย้งได้อย่างมั่นใจ

ดังนั้นในวิจัยครั้งนี้ครูต้องจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถามซึ่งเป็นคำถามที่สามารถนำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ให้ได้ ซึ่งอาจจะเริ่มจากการช่วยปรับปรุงคำถามจากการถามว่า ทำไม ให้นักเรียนตั้งคำถามว่า อย่างไรให้ได้ สิ่งที่จะกระตุ้นให้นักเรียนถามคำถาม อาจเกิดจากการถามคำถามของครู จากในหนังสือเรียน สื่อและสิ่งเรียนรู้ต่าง ๆ ในเว็ปไซต์ เป็นต้น นอกจากนี้ในการเรียนการสอนชีววิทยานักเรียนจะต้องได้รับการฝึกฝนจนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่จะนำไปสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งต้องอาศัยประจักษ์พยานเพื่อสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ และอธิบายรายละเอียดจากการสังเกต การวัด การจัดจำแนก การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง รวบรวมข้อมูลประจักษ์พยานที่แม่นยำและครบถ้วนนั่นเอง และหลังจากนั้นนักเรียนจะต้องได้รับการชี้แนะให้พิจารณา ทบทวน เปรียบเทียบ ตรวจสอบคำอธิบายของตนเองกับของครู เพื่อนคนอื่น ๆ จากหลักการทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือตำรา เพื่อให้คำอธิบายนั้นเชื่อถือได้ว่าถูกต้อง สอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ได้ยอมรับแล้วและครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอคำอธิบายของตัวเอง

3.4 **ทักษะการสืบเสาะหาความรู้** (inquiry skill)

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะประสบความสำเร็จได้นักเรียนต้องได้รับพัฒนาทักษะสำคัญในการสืบเสาะหาความรู้ตลอดการเรียน ทักษะสำคัญและจำเป็นในการตรวจสอบธรรมชาติ มีดังนี้ (สสวท., 2551)

1. การสังเกต เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของแต่ละคน ได้แก่ ดู ฟัง สัมผัส ชิม และดม ในการเรียนรู้สมบัติของสิ่งต่าง ๆ และมีการใช้เครื่องมือพื้นฐาน ในการขยายขอบเขตของประสาทสัมผัส ได้แก่ แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ เครื่องวัดทางไฟฟ้า ฯลฯ

2. การเปรียบเทียบ เป็นการพิจารณาความเหมือน ความแตกต่างของวัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ

3. การจัดจำแนก การจัดกลุ่ม เป็นการจัดกลุ่ม จัดลำดับเหตุการณ์ โดยใช้ลักษณะที่เหมือนกันจัดเป็นกลุ่มเดียวกัน เพื่อง่ายต่อการเข้าใจ

4. การวัด เป็นการรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ ที่เป็นพื้นฐานให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง แม่นยำ เที่ยงตรง

5. การวางแผน ออกแบบสำรวจ การตรวจสอบ เป็นวิธีการหลากหลายที่จะใช้ในการสำรวจตรวจสอบและทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลมาตามคำตอบหรือข้อสงสัย รวมถึงการกำหนดรายการที่จะบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ

6. การวิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูล เป็นการจัดกระทำข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ แสดงเป็นความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปของกราฟ แผนภูมิ การจัดลำดับ เพื่อนำไปสู่การแปลความหมายข้อมูล

7. การใช้ตัวเลขจำนวน เป็นการแสดงข้อมูลเชิงปริมาณที่วัดได้จากเครื่องมือมาตรฐานรวมถึงการประมาณค่าอย่างมีเหตุผล

8. การทำนาย – การคาดคะเน เป็นการคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นในอนาคตโดยอาศัยข้อมูลประจักษ์พยานในปัจจุบันและประสบการณ์

9. การลงความเห็น เป็นการลงข้อสรุปเบื้องต้นที่มีเหตุผลบนพื้นฐานของการสังเกต

10. การลงข้อสรุป เป็นการสรุปผลการตรวจสอบ โดยพิจารณาข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์และแปลความหมายแล้ว ข้อสรุปเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งอาจสรุปเป็นแนวคิดหลัก กฎ ทฤษฎี

11. ความสัมพันธ์ระหว่างเวลา สถานที่หรือมิติ เป็นการสังเกตปรากฏการณ์ของธรรมชาติต่าง ๆ จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา สถานที่หรือมิติที่แตกต่าง

12. การตั้งสมมติฐาน เป็นการเสนอคำอธิบายถึงผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นที่สามารถตรวจสอบได้ ซึ่งจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกี่ยวข้อง นำไปสู่การออกแบบการสำรวจตรวจสอบ ตามระดับความสามารถของนักเรียน

13. การระบุและควบคุมตัวแปร เป็นการกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้อง หรือที่ส่งผลกระทบต่อผลที่เกิดขึ้นซึ่งสอดคล้องกับคำถาม สถานการณ์ที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ การกำหนดตัวแปรต้องมีความรัดกุมเพื่อให้การออกแบบการทดลองมีความยุติธรรม

14. การสร้าง การใช้แบบจำลองเป็นการแสดงความคิดหรือรูปแบบโครงสร้างหรือกระบวนการให้เห็นเป็นรูปธรรม

15. การสื่อสาร เป็นการกล่าวถึงข้อมูล ข้อค้นพบ แนวความคิด ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ตรงและชัดเจนด้วย การเขียน การพูด การจัดแสดงข้อมูลประกอบ

ทักษะดังกล่าวเป็นทักษะทางสติปัญญา (intellectual skill) คือ การใช้กระบวนการคิด และทักษะปฏิบัติ (manual skill) ที่เคลื่อนไหว หยิบจับสัมผัส ทักษะทั้งสองมีความสำคัญมากในการเรียนรู้

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกฝนทั้งทักษะทางปัญญาและทักษะปฏิบัติเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการสืบเสาะซึ่งสามารถนำไปใช้ในการค้นคว้า ตรวจสอบสิ่งที่ตนเองสงสัยต่อไป โดยผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั่นเอง

3.5 การใช้การสืบเสาะหาความรู้ในชั้นเรียน

สสวท. (2555) ได้กล่าวถึง การนำการสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในชั้นเรียน เป็นเรื่องท้าทายสำหรับครูเป็นอย่างมาก ช่วยให้ครูได้พัฒนาความสามารถของนักเรียน การเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวความคิดหลัก กฎ ทฤษฎีต่าง ๆ ในวิทยาศาสตร์ได้ เช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ใช้ทำความเข้าใจโลกธรรมชาติ ดังนั้นสิ่งสำคัญสำหรับครู คือ ต้องมีความเข้าใจอย่างดีพอว่า การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ คืออะไร จะใช้ในการเรียนการสอนเรื่องใด นั่นคือต้องมีความรู้ในเนื้อหาเป็นอย่างดี และใช้กลวิธีอะไรที่จะพัฒนาทักษะการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน

ข้อความต่อไปนี้ จะช่วยให้ครูประเมินถึงความเข้าใจของตนเอง ว่าข้อความใดเป็นการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อที่จะตระหนักในการนำมาใช้ในการเรียนการสอนให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผล

1. สามารถใช้การสืบเสาะหาความรู้ในการสอนวิทยาศาสตร์ได้ทุกเรื่อง

2. การที่นักเรียนตั้งคำถาม แล้วทำการตรวจสอบเพื่อตอบคำถามเหล่านั้น ผลที่ได้คือความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3. การสอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ มุ่งเน้นพัฒนากระบวนการมากกว่าองค์ความรู้

4. การใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ให้ได้ผล ครูต้องพัฒนาพื้นฐานให้นักเรียนแต่ละคนเริ่มต้นด้วยตนเอง

5. การที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมปฏิบัติเป็นการสืบเสาะหาความรู้

6. การสืบเสาะหาความรู้เป็นการเรียนที่นักเรียนต้องได้สัมผัสตรงกับปรากฏการณ์หรือสิ่งที่จะเรียน

7. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ต้องการให้นักเรียนอภิปราย ร่วมมือร่วมใจในการปฏิบัติ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งถือเป็นทักษะสำคัญในการเรียนรู้ การมีปฏิสัมพันธ์ในสังคมและการแลกเปลี่ยนข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญที่นักเรียนจะต้องสร้างแนวความคิดหลักและความเข้าใจในโลกธรรมชาติ

8. การสืบเสาะหาความรู้ที่นำมาใช้ในชั้นเรียน บทบาทการสอนของครูอาจจะลดลงแต่จะไปเพิ่มมากขึ้นที่การออกแบบสถานการณ์การเรียน การให้คำแนะนำ การอำนวยความสะดวก และที่สำคัญคือ การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนข้อความดังกล่าว น่าจะประเมินได้ว่าข้อความใดเป็นการสืบเสาะหาความรู้ แต่อาจมีบางข้อความที่ยังไม่มั่นใจที่จะวินิจฉัยว่าเป็นการสืบเสาะหาความรู้หรือไม่ จึงควรที่จะศึกษาให้มากขึ้น ที่สำคัญคือ ครูต้องวางแผน ออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยคัดเลือกเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สอดคล้องกับความรู้ ความสามารถของนักเรียน และมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ครูควรจัดการเรียนรู้ที่ใช้การสืบเสาะหาความรู้ จะต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นองค์ประกอบทั้ง 5 องค์ประกอบของการสืบเสาะหาความรู้อย่างต่อเนื่องเป็นลำดับ กิจกรรมต่าง ๆ ต้องท้าทายให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์หลากหลายเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ความรู้ความเข้าใจแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ

3.6 **ขั้นตอนสำคัญของการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้** การออกแบบ แผนการจัดการเรียนรู้โดยการใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (สสวท., 2555) มีลำดับดังนี้

3.6.1 **สร้างความสนใจ** (engagement) ครูกระตุ้นด้วยคำถามหรือสถานการณ์ให้ภาพหรือสื่อดิจิตอล หรือแหล่งเรียนรู้ให้นักเรียนสนใจ จดจ่อกับสิ่งที่จะเรียน ว่ามีอะไรบ้างที่รู้แล้ว และสงสัยอยากรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้นอีก ความสงสัยใคร่รู้ของนักเรียนจะหลั่งไหลออกมาเป็นคำถามมากมายที่จะนำไปสู่กิจกรรมลำดับต่อไป

3.6.2 **สำรวจค้นหา** (explore) ครูจะสนับสนุนให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมสำรวจตรวจสอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่คำตอบหรือคำอธิบายของคำถามที่สนใจอยากรู้ ได้แก่กิจกรรมการสังเกต สำรวจ ทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูล ประจักษ์พยานที่เกี่ยวข้องอย่างแม่นยำและครบถ้วน

3.6.3 **อธิบายและลงข้อสรุป** (explain) ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลและประจักษ์พยานต่าง ๆ ที่รวบรวมได้จากการสำรวจตรวจสอบ ร่วมกันวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูล แปลความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป แล้วสร้างคำอธิบายที่สอดคล้องกับข้อมูลนั้นด้วยคำพูดของนักเรียน

3.6.4 **ขยายความรู้** (elaborate) ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาคำอธิบายของนักเรียน กับความรู้วิทยาศาสตร์และความรู้อื่น ๆ เพื่อปรับปรุงคำอธิบายเดิมให้เป็นแนวความคิดหลักวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องสมบูรณ์ตามระดับชั้นของนักเรียน

3.6.5 **ประเมินผล** (evaluate) ครูจะพยายามท้าทายให้นักเรียนคิดถึงการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ หรือยกตัวอย่างการใช้ความรู้นั้น ในชีวิตประจำวัน ในการประกอบอาชีพหรือในกิจกรรมต่าง ๆ นอกจากนี้นักเรียนอาจมีคำถามใหม่ที่สงสัยอยากรู้เป็นการนำไปสู่การเรียนในหัวข้อต่อ ๆ ไปอีก อย่างไรก็ตาม การประเมินผลควรทำทุกขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ ตลอดกระบวนการตั้งแต่แรก จนถึงขั้นสุดท้ายที่สิ้นสุดบทเรียน

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ซึ่งมีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้น ครูมีบทบาทสำคัญในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ คอยอำนวยความสะดวกให้แก่นักเรียนในระหว่างที่มีการเรียนการสอนและนักเรียนบทบาทสำคัญในการพยายามสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

3.7 ประเภทของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ดร.สุนีย์ คล้ายนิล ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ โครงการ PISA Thailand ได้กล่าวเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์อย่างไร จากหลักการสู่การปฏิบัติ (สสวท., 2551) ไว้ว่า

หากพิจารณาจากทฤษฎีการเรียนรู้ สาระอย่างสั้นที่สุดสรุปได้ว่า ทฤษฎีพฤติกรรมศาสตร์เน้นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เมื่อใดที่มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเกิดขึ้นถือว่ามีการเรียนรู้ เน้นการสอนโดยให้สาระความรู้ให้กับผู้เรียนให้เปลี่ยนจากไม่รู้เป็นรู้ จากตอบไม่ได้เป็นตอบได้ จึงเป็นการเรียนแบบรับรู้และจำให้ได้มากที่สุด (rote learning) และคายความรู้ออกมาในการสอบ ส่วนการเรียนรู้อีกกลุ่มหนึ่งอาจรวมหลักการของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสม์ คอกนิติวิสม์ และทฤษฎีเปียเจต์ไว้อีกพวกหนึ่ง เพราะเน้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาตามประสบการณ์และการพัฒนาของสมอง การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นโดยผ่านกระบวนการคิดและการค้นหาความรู้ตามวิธีการและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนต้องมีบทบาทตรงของเป็นผู้ค้นหาความรู้ (active learning) ทำให้นักเรียนเรียนอย่างมีความหมาย โดยครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ทุกขั้นตอน ให้ใช้ภาคปฏิบัติเป็นตัวนำในการสร้างสถานการณ์การเรียนและเมื่อพิจารณาแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีการวิจัยของ Kempa and Diaz (1990) อ้างถึงใน สสวท. (2551) ได้จำแนกนักเรียนออกเป็นสี่กลุ่มด้วยกัน ได้แก่ 1) กลุ่มที่มีแรงจูงใจจากความอยากรู้อยากเห็นของตนเอง กลุ่มนี้ชอบแสวงหาความรู้ใหม่ 2) กลุ่มที่มีแรงจูงใจจากความสำเร็จ พวกนี้ต้องการทำคะแนนดี เพราะต้องการผลักดันตนเองให้อยู่บนจุดสูงสุดทุกช่วงของชีวิต 3) กลุ่มที่มีแรงจูงใจจากจิตสำนึกต้องการทำให้พ่อแม่หรือครูผู้สอนพอใจและ 4) กลุ่มที่มีแรงจูงใจจากสังคม ต้องการให้สังคมยกย่องว่าเป็นคนเก่ง ดังนั้นการสอนของครูจึงต้องใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายตามแต่สถานการณ์และตามแรงจูงใจของนักเรียน การเน้นการจัดการเรียนรู้แบบนักเรียนเป็นศูนย์กลางวิธีเดียวจนเกินไปเป็นสิ่งที่ไม่เหมาะสม เพราะการสอนแบบเด็กเป็นศูนย์กลาง ต้องรู้จักทฤษฎีการเรียนรู้ แรงจูงใจของนักเรียน และแบบที่นักเรียนเรียนรู้ แต่ในทางปฏิบัติครูมีข้อจำกัดที่ไม่สามารถวิเคราะห์แยกแยะนักเรียนออกจากกัน ครูอาจจะรวมการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่มีแบบของการเรียนรู้และแรงจูงใจใกล้เคียงกันสองแบบ

3.7.1 การสอนที่เน้นบทบาทตรงในการเรียนรู้

การสอนที่เน้นบทบาทตรงในการเรียนรู้ (active learners) การสอนแบบนี้อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มหลัง และเหมาะกับนักเรียนพวกอยากรู้อยากเรียนมีแรงจูงใจจากความผลักดันภายใน พวกนี้มีความกระหายที่อยากเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ได้ค้นพบความรู้ใหม่จะมีความภาคภูมิใจที่จะได้เรียนรู้ในสิ่งที่คนอื่นยังไม่รู้ จึงไม่ชอบการเรียนรู้จากการถูกบอก แต่ชอบที่จะเรียนรู้จากความสนใจของตนเอง ชอบทำการสำรวจตรวจสอบโลกธรรมชาติ จึงชอบการเรียนรู้ที่

ท้าทายความสามารถ ชอบสืบหาความรู้ จึงต้องให้ผู้เรียนแสดงบทบาทตนเอง นั่นคือ วิธีที่นำด้วยปัญหา การสอนเน้นการแก้ปัญหา หรือคำตอบที่ได้ตั้งไว้ กิจกรรมภาคปฏิบัติดังนี้

1. บทนำ ด้วยการตั้งปัญหา ผู้เรียนระบุปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้
2. การสอน ผู้เรียนผูกพันตนเองอยู่กับการตรวจสอบ การแก้ปัญหา
3. กิจกรรมภาคปฏิบัติ ทำการสำรวจ ทดลอง เก็บข้อมูล หาคำตอบ อธิบายข้อมูล
4. สาระความรู้ เกิดจากการหาคำอธิบายข้อมูล รวบรวมสรุปเป็นสาระความรู้ที่นักเรียนทำได้เอง ครูเป็นผู้ช่วยดูแลและให้สรุปเป็นสาระที่ถูกต้อง
5. การวัดผล ท้าทายด้วยกิจกรรมการใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหา คำถามที่ตอบได้อย่างอิสระ คำตอบอาจเป็นไปได้หลายรูปแบบจึงต้องมีการให้เหตุผล หรือคำอธิบายกำกับด้วย

3.7.2 การสอนที่นักเรียนเป็นผู้รับความรู้

เป็นการสอนที่เหมาะกับกลุ่มมุ่งความสำเร็จ ซึ่งอาจรวมถึงพวกที่ต้องการผลักดันตนเองให้อยู่บนจุดสูงสุดของทุกขณะในชีวิต รวมทั้งพวกที่ต้องการตอบสนองสำนึกในหน้าที่ เช่น หน้าที่ของลูกที่ดี หรือนักเรียนที่ดี ที่ต้องเรียนให้เก่ง พวกนี้จะไม่ทำอะไรตามความชอบหรือความสนใจของตนเอง แต่จะใช้ความชอบของสังคมตัดสิน ในด้านการเรียนรู้ กลุ่มนี้มีความพึงพอใจในความสำเร็จ สอบได้คะแนนดี ซึ่งปกติพ่อแม่ ครูอาจารย์ก็พอใจด้วย การเรียนรู้ของผู้ที่มีแรงจูงใจแบบนี้ต้องการความชัดเจน ไม่คลุมเครือ ไม่ชอบแนวคิดที่มีทั้งความถูก ความผิดอยู่ด้วยกัน ชอบการเรียนการสอนที่มีรูปแบบชัดเจน เข้าใจง่าย ดังนี้

1. บทนำ ต้องชัดเจนว่าจะต้องเรียนอะไร
2. การสอน ครูต้องให้ความรู้ สอนหลักการ ทฤษฎีให้ชัดเจน
3. กิจกรรมการเรียน เรียนรู้จากการถ่ายทอดวิชาของครู ชอบให้ครูสอนเนื้อหามาก ๆ
4. การปฏิบัติการ เป็นการทดสอบว่าสิ่งนั้นเป็นจริงตามทฤษฎี วิธีทำต้องชัดเจน และต้องได้ผลตามทฤษฎี
5. สาระความรู้ ชอบให้ครูสรุปให้ชัดเจน ตรงไปตรงมา ไม่ต้องคิดวิเคราะห์หลายขั้น
6. การวัดผล วัดผลสัมฤทธิ์ตามเนื้อหาวิชาที่ครูสอนไป โดยครูเป็นผู้วัด

เนื่องจากการแข่งขันทางการศึกษาทำให้กลุ่มอยากรู้อยากเรียนน้อยกว่าพวกที่ต้องการความสำเร็จอยู่แล้ว แรงกดดันต่าง ๆ ทำให้พวกอยากรู้อยากเรียนเกือบจะหมดไปจากระบบโรงเรียน เพราะ

โรงเรียนส่วนใหญ่จะสอนและสอบด้วยกระบวนการแบบหลัง ที่สำคัญคือ นักเรียนที่อยากรู้อยากเห็นด้วยตนเอง มักไม่ใช่พวกที่ทำคะแนนของครูได้ดี แต่มักจะไปอยู่ปลาย ๆ แถว จึงไม่มีโอกาสเข้าแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งที่พวกนี้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการที่สุด

3.7.3 การสอนที่เน้นการแก้ปัญหา

เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์เน้นให้ความสำคัญกับความรู้วิทยาศาสตร์ เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ผลที่เกิดขึ้นนี้ไม่อาจเกิดขึ้นได้หากนักเรียนมีความรู้เนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ต้องมีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และสมรรถนะในการใช้วิทยาศาสตร์และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ในโลก ดังนั้นการสอนที่เน้นให้ความสำคัญมากในปัจจุบันอีกรูปแบบหนึ่งคือ การสอนที่เน้นฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาของเยาวชน เพราะว่าเยาวชนเหล่านี้จะต้องทำหน้าที่เป็นกำลังของชาติในอนาคต พวกเขาเหล่านี้จะทำหน้าที่ได้ดีเพียงใด ขึ้นอยู่กับการเตรียมตัวที่ได้รับในวัยศึกษาเล่าเรียน จึงมีคำถามที่น่าสนใจว่า เยาวชนเหล่านี้ได้รับการเตรียมตัวสำหรับอนาคตได้ดีเพียงใด ในด้านความสามารถการแก้ปัญหาที่จะต้องเผชิญในชีวิตจริงในการเผชิญอุปสรรคหรือความท้าทายในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการเรียนในระดับสูงในอนาคต หรือในชีวิตการทำงานนอกโรงเรียน กระบวนการแก้ปัญหาไม่ใช่เรื่องซับซ้อนและทำยาก แต่เป็นเรื่องปกติที่ครูสอนอยู่แล้ว หากแต่บางที่อาจขาดการจัดระบบให้เป็นกระบวนการขั้นตอนที่ครบถ้วนสมบูรณ์ของการแก้ปัญหาเท่านั้น Kempa (1985) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาและทำให้ง่ายขึ้น ดังนั้น

1. เข้าใจปัญหา รวมทั้งเข้าใจเรื่องราวสาระของปัญหา โดยอ้างอิง เชื่อมโยงสาระจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจกับสาระเรื่องราวที่เกิดขึ้น

2. รู้ธรรมชาติของปัญหา สามารถบอกตัวแปรของปัญหา ความเชื่อมโยงเกี่ยวข้องของตัวแปรต่าง ๆ ตัดสินใจว่าตัวแปรใดใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ สร้างสมมติฐาน และพิจารณาและประเมินสาระที่มีอยู่

3. แสดงการนำเสนอการแก้ปัญหา รวมถึงการตัดสินใจ การวิเคราะห์ระบบหรือออกแบบระบบเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย หรือวิเคราะห์ วินิจฉัยและเสนอวิธีการแก้ปัญหา

4. ประเมินและสะท้อนการแก้ปัญหารวมถึงการตรวจสอบการแก้ปัญหาและมองหาสาระข้อมูลเพิ่มเติม หรือคำอธิบายให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ประเมินการแก้ปัญหาจากมุมมองต่าง ๆ หรือการแก้ปัญหาใหม่ และทำให้เป็นที่ยอมรับมากยิ่งมากขึ้น เพื่อให้สามารถอธิบายได้

5. สื่อสารการแก้ปัญหา รวมถึงการเลือกสื่อและการนำเสนอที่เหมาะสม เพื่อบอกกล่าวและสื่อสารการแก้ปัญหาให้คนนอกได้รับรู้

จากตัวแบบดังกล่าวข้างต้น ถ้าแปลภารกิจของนักเรียนหรือนักเรียนรู้ว่าจะทำอะไร ดังนี้

1. ฉันรู้แล้วว่าครูให้ฉันทำอะไร/ ฉันบอกได้แล้วว่าปัญหาคืออะไร/ ปัญหานี้หาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่

2. ฉันคิดว่าคำตอบน่าจะเป็นอย่างไร (คาดการณ์/ ตั้งสมมติฐาน)

3. ฉันต้องทำอะไร/ จะต้องเก็บข้อมูลอะไร จึงจะรู้ว่าคาดการณ์ถูกหรือไม่ (วางแผน)

4. ฉันทำตามแผนที่วางไว้ และปรับเปลี่ยนแผนได้หากจำเป็น (สำรวจตรวจสอบ/ สังเกต เก็บข้อมูล)

5. ข้อมูล/ การสังเกตบอกอะไรฉันบ้าง ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น (ตีความสร้างคำอธิบาย)

6. ฉันได้ผลจากการสำรวจแล้ว พบว่า…… (สรุป)

7. คำตอบของฉันตรงกับตัวปัญหาหรือไม่ สมเหตุสมผลหรือสอดคล้องกับข้อมูลหรือไม่ มีข้อมูลอะไรที่บอกว่าไม่น่าจะเป็นตามนั้น ถ้ามีจะต้องปรับเปลี่ยนอะไร

8. ในที่สุดฉันก็ได้คำตอบของปัญหา

ครูควรทำอย่างไรในชั้นเรียนที่นักเรียนจะทำได้ ต้องอาศัยการฝึกฝนจากครูดังนี้

1. สร้างสิ่งแวดล้อมในชั้นเรียนซึ่งนำให้นักเรียนใช้ความคิดมากขึ้นจากการเรียนธรรมดา โดย

1.1 จัดหาวัสดุการเรียนหลายระดับความสามารถของนักเรียน

1.2 ไม่ต้องจัดกลุ่มตายตัว แต่จัดกลุ่มแบบยืดหยุ่นเปลี่ยนแปลงได้

1.3 ยอมรับและชื่นชมความคิด ผลงานที่หลากหลาย

1.4 มีความคาดหวังสูงต่อการเรียนของนักเรียน คาดหวังว่าทุกคนจะทำได้สำเร็จ

1.5 ครูเรียนรู้ไปพร้อมกับนักเรียน

1.6 สอนให้นักเรียนมีความกล้าเสี่ยง กล้าตอบ กล้าให้ความเห็น ทำผลงานที่ไม่เหมือนเพื่อน

2. ให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ใช้การคิดมากกว่าการทำงานประจำหรือทำตามคำสั่ง วิธีทำตามหนังสือเรียน

2.1 ให้ทำกิจกรรมกลุ่มที่ให้นักเรียนปรึกษาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันได้ทั้งกลุ่มและระหว่างกลุ่ม

2.2 กิจกรรมการแก้ปัญหาที่ต้องการการวางแผน ดำเนินการสูงกว่าการทำงานประจำ

2.3 กิจกรรมปลายเปิดที่ต้องการการคิดหลากหลายมากกว่าคำตอบที่ถูกเพียงอย่างเดียว

3. ตั้งคำถามที่ต้องการให้นักเรียนคิด เช่น

3.1 รู้ได้อย่างไร

3.2 ทำไมจึงคิดเช่นนั้น

3.3 นักเรียนมีเหตุผลอะไรที่ตอบอย่างนั้น

3.4 ช่วยอธิบายเหตุผลประกอบเพิ่มเติม

3.5 นักเรียนคิดอย่างไร ถ้ามีคนบอกว่า .....

3.6 มีอะไรน่าสงสัยเกี่ยวกับเรื่องนี้บ้างหรือไม่

3.7 มีนักเรียนคนอื่น ๆ สามารถแสดงหลักฐานประจักษ์พยานสนับสนุนคำตอบนี้หรือไม่

3.8 มีเหตุผลอะไรที่สรุปอย่างนั้น

3.9 เราจะรู้ได้อย่างไรว่านี่เป็นจริง

3.10 เหตุผลที่ให้เพียงพอ สมเหตุสมผลกับข้อสรุปหรือไม่

3.11 อะไรทำให้นักเรียนคิดเช่นนั้น

3.12 เราต้องการข้อมูล ข้อเท็จจริงอะไรเพิ่มเติมอีกหรือไม่

3.13 ข้อสรุปนี้เหมาะสมที่จะสรุปเช่นนี้หรือไม่

โดยสรุป การสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันแนวทางต่าง ๆ ที่กล่าวแล้วต่างเน้นบทบาทของผู้เรียนให้มีส่วนร่วมในการทำภารกิจมากกว่าที่จะให้นักเรียนเรียนรู้จากการรับความรู้จากครู ในการสอน ครูอาจตรวจสอบตนเองว่า ในการสอนแต่ละครั้ง ครูใช้การสอนใด การสอนครั้งนั้น ๆ นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำภารกิจมากน้อยเพียงใด เพื่อจะได้รู้จุดอ่อนของชั้นเรียนและปรับได้ในการสอบครั้งต่อไป (สสวท., 2551)

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ครูควรออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมทุกรูปแบบของการสืบเสาะหาความรู้ ทั้งนี้ครูจะต้องคำนึงถึงแรงจูงใจของนักเรียนในการเรียนว่านักเรียนนั้นจัดอยู่ในกลุ่มใด เพื่อการจัดการเรียนรู้ที่ตรงกับความต้องการของนักเรียนทำให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข

3.8 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะไว้ดังนี้

3.8.1 ข้อดี

1. เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา คือ ฉลาดขึ้น เป็นนักริเริ่มสร้างสรรค์ และนักจัดระเบียบ

2. การค้นพบด้วยตนเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ

3. ฝึกให้นักเรียนรู้วิธีค้นหาความรู้ แก้ปัญหาด้วยตนเอง

4. ช่วยให้จดจำความรู้ได้นาน และสามารถถ่ายโยงความรู้ได้

5. นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน จะทำให้การเรียนมีความหมายเป็นการเรียนที่มีชีวิตชีวา

6. ช่วยพัฒนามโนทัศน์แก่ผู้เรียน

7. พัฒนาให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

8. ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่าการจะทำสิ่งใด ๆ จะสำเร็จด้วยคนเองสามารถคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค

9. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

10. ได้ประสบการณ์ตรง ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์

11.สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

3.8.2 ข้อจำกัด

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้เนื้อเรื่องไม่ครบตามที่กำหนดไว้

2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างไม่ชวนสงสัย ไม่ชวนติดตาม จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน

3. นักเรียนที่มีสติปัญญาต่ำ หรือไม่มีการกระตุ้นมากพอจะไม่สามารถเรียนด้วยวิธีสอนแบบนี้ได้

4. เป็นการลงทุนสูง ซึ่งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน

5. ถ้านักเรียนไม่รู้จักหลักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้อง อาจทำให้นักเรียนบางคนหลีกเลี่ยงงานซึ่งไม่เกิดการเรียนรู้

6. ครูต้องใช้เวลาวางแผนมาก ถ้าครูมีภาระมากอาจเกิดปัญหาด้วยอารมณ์ ซึ่งมีผลต่อบรรยากาศในห้องเรียน

7. ข้อจำกัดเรื่องเนื้อหาและสติปัญญา อาจทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีสอนแบบนี้

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ถึงจะมีข้อจำกัดบางประการในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแต่เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทั้งทางด้านเนื้อหาสาระและทักษะกระบวนการ ครูก็ต้องพยายามแก้ปัญหาต่าง ๆ เหล่านั้นให้ได้ เช่น การสอนต้องใช้เวลามาก อาจจะต้องใช้เวลาเพิ่มเติมจากนักเรียนเพื่อให้ครบกระบวนการนั่นเอง

4. แผนผังรูปตัววี

4.1 ประวัติของแผนผังรูปตัววี

แผนผังรูปตัววีเป็นแนวคิดของ Gowin ได้นำมาเสนอเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจโครงสร้างของความรู้และวิธีทำให้เกิดความรู้โดยพัฒนามาจากการใช้คำถาม 5 ข้อของ Gowin (Gowin, ม.ป.ป. อ้างถึงใน ชุมพล ชารีแสน, 2555)

1. สิ่งที่ต้องการถามคืออะไร (What is the “telling question”?)
2. มโนมติหลักคืออะไร (What are the key Concepts?)
3. วิธีการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้มีอะไรบ้าง (What methods of inquiry?)
4. ข้อความรู้สำคัญมีอะไรบ้าง (What are the major knowledge Claims?)
5. คุณค่าของความรู้คืออะไร (What are the value claims?)

แผนผังรูปตัววีถูกนำไปใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1977 ซึ่งเป็นที่ยอมรับของครูและนักเรียนระดับวิทยาลัย และมหาวิทยาลัย ในปี ค.ศ. 1978 มโนมติรูปตัววีได้ถูกนำมาใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จนกระทั่งถูกนำไปใช้ แพร่หลายทั้งในระดับมัธยมศึกษาและวิทยาลัย เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย เนื่องจากแผนผังรูปตัววีช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ความรู้ที่ได้และวิธีการที่ทำให้เกิดความรู้ รวมทั้งเข้าใจความหมายของปฏิบัติการโดยการใช้คำถาม ซึ่งเป็นสิ่งที่จะกระตุ้นความคิดของนักเรียนให้แสดงออกมาได้เป็นอย่างดี ช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีอยู่เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้ ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงกระบวนการที่ทำให้เกิดความรู้ใน ตัวของมนุษย์ด้วย

การที่นักเรียนไม่สามารถปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจในการกระทำทุก ๆ ขั้นตอน รู้ถึงเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการทดลอง และไม่สามารถนำความรู้มาสรุปผลการทดลองอย่างเป็นเหตุเป็นผลกันนั้นอาจเนื่องมาจาก นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาที่เรียนกับกิจกรรมการทดลองของนักเรียนเอง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้แผนผังรูปตัววีจึงเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ความรู้ที่ได้และวิธีการที่ทำให้เกิดความรู้ รวมทั้งเข้าใจความหมาย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างลึกซึ้งและชัดเจน

4.2 ความหมายของแผนผังรูปตัววี

แผนผังรูปตัววี มีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น ผังแนวคิดรูปตัว วี (Vee diagram) แผนผังรูปตัววี (Vee Heuristics) ผังมโนมติรูปตัววี ในที่นี้ผู้วิจัยเรียก แผนผังรูปตัววี ซึ่งใช้เรียกแผนผังมีรูปร่างเป็นรูปตัววีหงายที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง วิธีการที่ได้มา ซึ่งความรู้และผลผลิตของความรู้ ซึ่งมี

Novak (1980) อ้างถึงใน ชุมพล (2555) ได้ให้ความหมายของแผนผังรูปตัววีไว้ว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้ใน การศึกษาธรรมชาติของความรู้และผลผลิตของความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์

Novak and Gowin (1985) อ้างถึงในชุมพล (2555) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แผนผังรูปตัววี คือ เครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงโครงสร้างความรู้และกระบวนการที่สร้างมาจากความรู้

มงคล เสนามนตรี (2542) ได้ให้ความหมายของแผนผังรูปตัววีไว้ว่า เป็นรูปแบบหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ศึกษาและเข้าใจธรรมชาติของความรู้และเข้าใจวิธีการศึกษาถึงธรรมชาติของความรู้และผลผลิตของความรู้นั้น

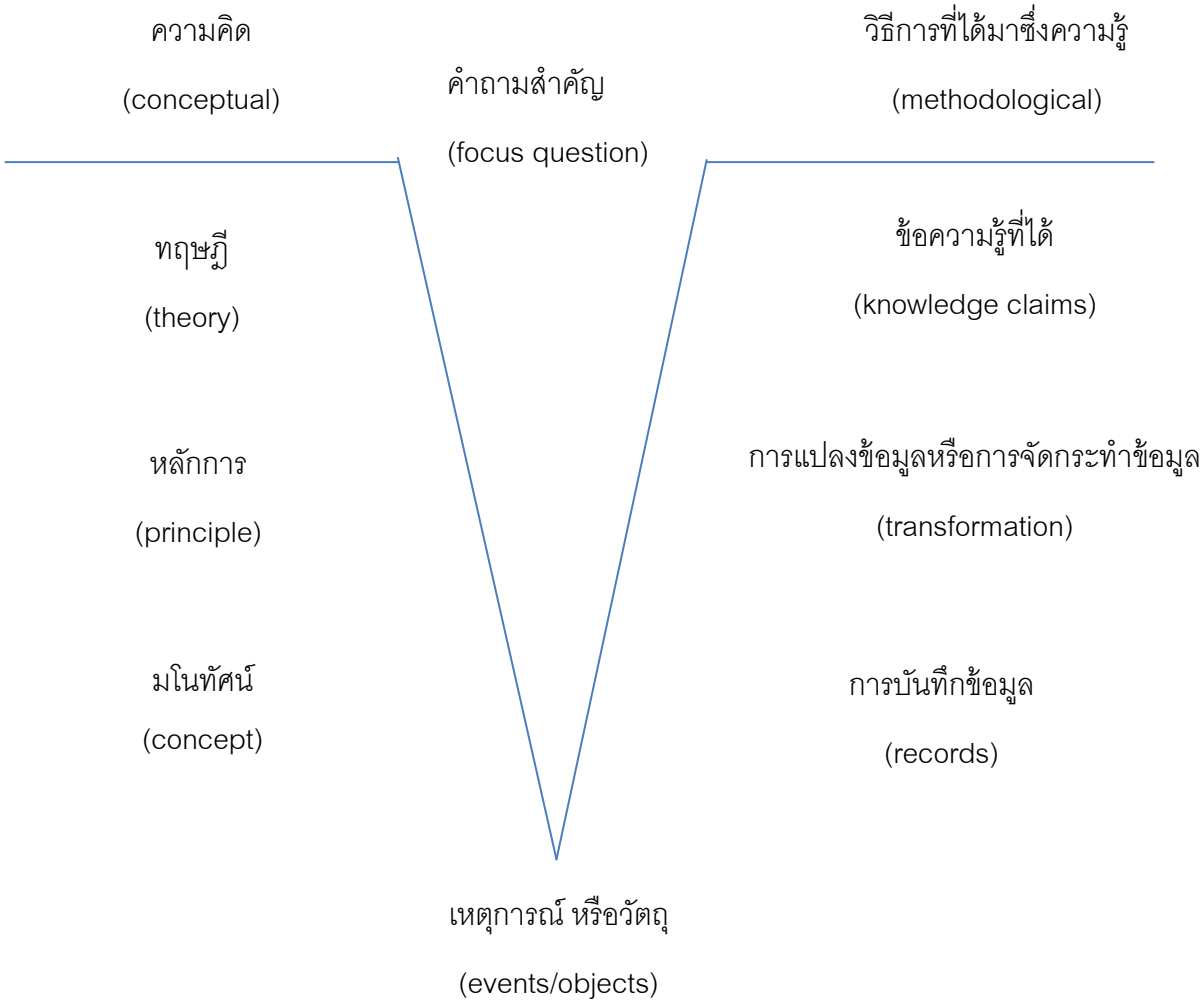
มนหทัย ชาญธัญกรรม (2554) กล่าวว่า แผนผังรูปตัววี หมายถึง แผนผังที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างด้านความคิดและด้านวิธีการ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจโครงสร้างของความรู้และวิธีการที่ให้ได้มาซึ่งความรู้ที่ต้องการ อันทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จดจำได้ดี

ชุมพล ชารีแสน (2555) ได้ให้ความหมายของแผนผังรูปตัววีไว้ว่า เป็นแผนที่แสดงให้เห็นธรรมชาติของความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์และผลผลิตของความรู้ในวิชา วิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการและกระบวนการทางความคิดซึ่งทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงวิธีการศึกษาและธรรมชาติของความรู้ ที่ประกอบด้วยกระบวนการแสวงหา ความรู้และผลิตผลของความรู้

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าแผนผังรูปตัววี หมายถึง แผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการศึกษาธรรมชาติของความรู้และผลผลิตของความรู้นั้น

4.3 โครงสร้างของแผนผังรูปตัววี

Nova and Gowin (1984) อ้างถึงใน ทิศนา เขมมณี (2557) ได้เสนอแผนผังรูปตัววี ซึ่งมีลักษณะดังนี้



ภาพที่ 2-5 โครงสร้างแผนผังรูปตัววีของ Gowin

จากภาพข้างต้นจะเห็นได้ว่า องค์ประกอบทั้งหมดของแผนผังรูปตัววีจะมีความสัมพันธ์และต่อเนื่องกัน โดยเริ่มต้นที่คำถามสำคัญ ซึ่งจะนำไปสู่การสังเกตเหตุการณ์แล้วบันทึกข้อมูลและจัดการกระทำข้อมูลเพื่อแปลความหมายและอ่านข้อมูลได้ง่ายขึ้น หลังจากนั้นผู้เรียนจะต้องได้ข้อความรู้ขึ้นมาจากด้านวิธีการแล้วนำไปสู่ความคิด โดยผู้เรียนจะเกิดมโนมติเรื่อง

ที่เรียนแล้วเกิดหลักการซึ่งเป็นความสัมพันธ์ของมโนมติหลาย ๆ มโนมติ ซึ่งรายละเอียดองค์ประกอบของแผนผังรูปตัววี เป็นดังนี้ (Novak, 1980 อ้างถึงใน มนหทัย ชาญธัญกรรม, 2554)

1. คำถามสำคัญ (focus question) การตั้งคำถามสำคัญนั้นจะต้องคำนึงถึงมโนมติหรือหลักการเดิมที่มีอยู่แล้ว เพื่อใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ คำถามสำคัญที่ดีนั้นจะต้องบ่งชี้ให้ทราบถึงวิธีการที่จะศึกษาเหตุการณ์ และลักษณะของการบันทึกข้อมูล นอกจากนี้คำถามสำคัญจะบ่งบอกให้ทราบถึงความแตกต่างของความรู้ที่ได้มา ดังนั้นคำถามสำคัญควรมีลักษณะดังนี้ คือ

1.1 เป็นตัวกำหนดชี้แนะมโนมติ หลักการ ทฤษฎี เหตุการณ์ ที่ใช้ในกระบวนการสืบเสาะเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่

1.2 ชนิดของคำถามสำคัญที่แตกต่างกัน ได้แก่ คำถามสำคัญที่ถามโดยใช้คำว่า อะไร อย่างไร หรือทำไม จะทำให้เกิดความรู้ที่แตกต่างซึ่งจะนำไปสู้ความรู้ใหม่ ๆ

2. วัตถุ (objects) คือ วัตถุสิ่งของที่เราต้องการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดตามมา ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องการจะตรวจสอบ

3. เหตุการณ์ (events) คือสิ่งที่ต้องการศึกษาในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็นสิ่งที่สามารถเกิดขึ้นได้ เป็นสิ่งที่ผู้เรียนจะต้องทำการจดบันทึก เหตุการณ์ที่ทำให้การศึกษานี้จะต้องสามารถตรวจสอบได้ในครั้งต่อ ๆ ไป

4. มโนมติ (concepts) คือ ความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นหลาย ๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้น มาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปในการเรียนรู้ข้อเท็จจริง การสรุปรวม หรือหลักการเกี่ยวกับเรื่องนั้นมาก่อน และยังต้องสามารถระลึกได้ว่า เรื่องนั้นมีลักษณะเฉพาะอะไรบ้าง สามารถแยกแยะได้อย่างชัดเจน ซึ่งรวมทั้งมโนมติเดิมที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่กำลังจะเรียนและมโนมติใหม่ที่ผู้เรียนได้จากเนื้อหาดังกล่าว

5. หลักการ (principle) เป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติที่ใช้เป็นความรู้หลักทั่วไป หลักการจะต้องเป็นความจริงที่ใช้อ้างอิงได้ สามารถนำมาทดลองซ้ำแล้วได้ผลเหมือนเดิม หลักการประกอบด้วยหลักการด้านวิธีการจะเป็นสิ่งที่ชี้แนะแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้และหลักการที่เกิดจากข้อความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า

6. ทฤษฎี (theory) คือ ข้อความที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการอธิบาย หรือคาดคะเนปฏิสัมพันธ์ระหว่างมโนมติ เหตุการณ์ และข้อความรู้ ทฤษฎีที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

แต่ไม่สามารถอธิบายถึงตัวทฤษฎีเองได้ ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่างหลักการและมโนมติของทฤษฎีนั้น ๆ

7. การบันทึกข้อมูล (records) เป็นการบันทึกเกี่ยวกับเหตุการณ์หรือวัตถุสิ่งของที่ได้จากการรับรู้ของประสาทสัมผัส การบันทึกอาจอยู่ในรูปแบบของการเขียนเป็นหลักฐาน ภาพถ่ายหรือเทปบันทึก

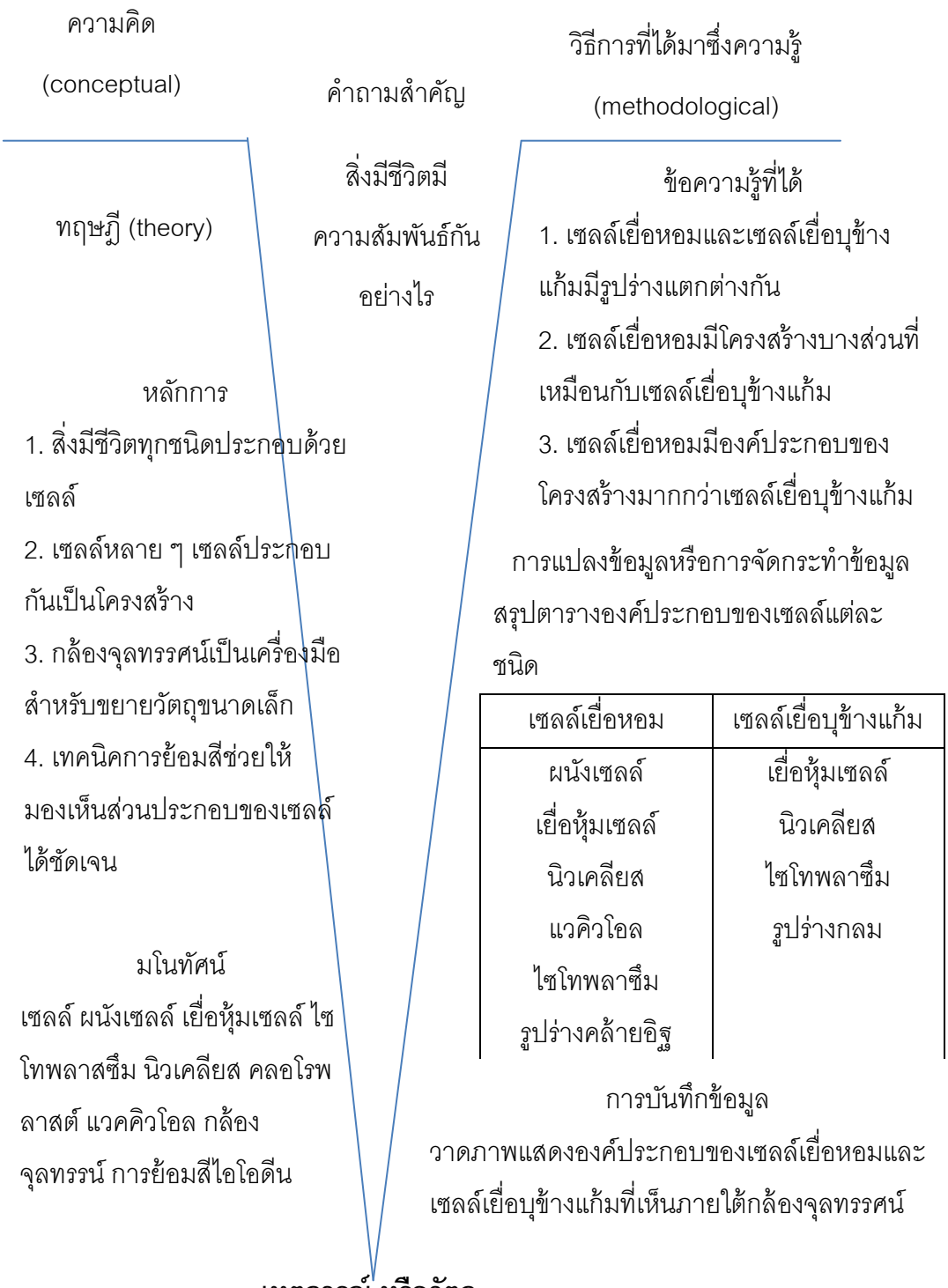
8. การจัดกระทำข้อมูล (transformation) เป็นการนำผลที่ได้จากการบันทึกข้อมูลมาจัดกระทำใหม่เพื่อให้อยู่ในรูปที่เข้าใจง่ายขึ้น ลักษณะของการจัดกระทำข้อมูลบ่งบอกประเภทของข้อความรู้ที่ได้ ซึ่งต้องอาศัยการจัดการเกี่ยวกับข้อมูลที่รับรู้หลาย ๆ อย่างที่เหมาะสม เช่น การคำนวณ เป็นต้น

9. ข้อความรู้ (knowledge claims) เป็นข้อความรู้ที่เกิดจากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งจะต้องอาศัยกระบวนการต่าง ๆ คือ การตั้งคำถาม มโนมติ หลักการ เหตุการณ์ การบันทึกข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูล ซึ่งทำให้ได้ความรู้ดังกล่าว ลักษณะสำคัญของข้อความรู้มี 2 ประการ คือ

9.1 เป็นการตอบคำถามที่ถามไว้ก่อนดำเนินการทดลอง ซึ่งหมายถึง ความรู้ที่ได้นั่นเอง

9.2 เป็นเครื่องชี้แนะคำถามใหม่ สำหรับเริ่มต้นกระบวนการสืบเสาะใหม่ต่อไป

จากการกำหนดโครงสร้างของแผนผังรูปตัววี มีประโยชน์ดังนี้ คือ 1) ตำแหน่งปลาย คือ เหตุการณ์และหรือวัตถุสิ่งของชี้ให้เห็น รากฐานของความรู้ซึ่งทำให้ผู้เรียนตระหนักได้ว่าความรู้ที่ได้นั้นมาจากเหตุการณ์และหรือวัตถุ สิ่งของ ซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้รับโดยตรง 2) ช่วยให้ผู้เรียนได้ระลึกถึงความรู้เดิม และมองเห็น ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ 3) คุณค่าของรูปร่างของแผนผังรูปตัววีด้านอื่น ๆ คือ มโนมติรูปตัววีจะช่วยให้ ผู้เรียนบันทึกข้อมูลได้อย่างถูกต้องและมีความหมาย ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าแผนผังรูปตัววีจะเป็นตัวช่วยสำคัญในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และใช้ในการสร้างสรรค์ความรู้ใหม่ ๆ ของผู้เรียน



เซลล์เยื่อหอม	เซลล์เยื่อบุข้างแก้ม
ผนังเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ นิวเคลียส แวคิวโอล ไซโทพลาซึม รูปร่างคล้ายอิฐ	เยื่อหุ้มเซลล์ นิวเคลียส ไซโทพลาซึม รูปร่างกลม

ภาพที่ 2-6 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลลงในแผนผังรูปตัววี ของการศึกษาเรื่องเซลล์

5. การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น ครูผู้สอนจะต้องทราบดีว่าตนเองมีหน้าที่รับผิดชอบสอนให้นักเรียนได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชา มีทักษะกระบวนการและมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยครูควรจัดการเรียนการสอนโดยการกระตุ้นด้วยคำถามหรือสื่อต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิดตามขั้นตอนของวิทยาศาสตร์ การจัดเรียนการสอนแบบปกติที่ผู้วิจัยใช้ในการจัดการเรียนการสอน เป็นการเรียนการสอนที่ เน้นการบรรยายประกอบการใช้คำถามอธิบายอภิปรายเนื้อหาสาระหรือสิ่งที่ต้องการสอนให้แก่ผู้เรียน ประกอบด้วย 3 ขั้น คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นดำเนินการสอน ขั้นสรุปดังนี้ คือ

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจที่จะเรียนในบทเรียน โดยการใช้คำถามหรือสื่อต่าง ๆ

2. ขั้นดำเนินการสอน เป็นการดำเนินการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหา ถ้ามีกิจกรรมการทดลอง ก็จะการอภิปรายก่อนการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลอง

3. ขั้นสรุป เป็นการสรุปเนื้อหาบทเรียน ซึ่งอาจทำได้โดยการใช้คำถาม การใช้สื่ออภิปรายเพื่อลงข้อสรุป

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบปกติให้กับนักเรียนในกลุ่มควบคุม เพื่อเป็นข้อมูลในการเปรียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบประสาทและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skill)

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการหนึ่งที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การค้นคว้าทดลอง ในขณะที่ทำการทดลอง ผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาด้านความคิดด้วย เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐานและทำการทดลอง เป็นต้น การปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความจำเป็นในการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการทำเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของมโนมติหรือหลักการที่ได้เรียนแล้วหรือเป็นการทำเพื่อมุ่งส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ การปฏิบัติการของผู้เรียนในการเสาะแสวงหาความรู้และการทดลองวิทยาศาสตร์ เป็นการดึงนักเรียนให้เข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาหรือคิดวิพากษ์วิจารณ์เกี่ยวกับปัญหาและข้อมูล นอกจากนี้ยังเป็นการ

ดึงนักเรียนเข้ามาทำกิจกรรมที่ต้องใช้ความสามารถด้านทักษะการคิด เช่น การจำแนกประเภท การจัดจำแนก การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การแปลความหมาย จากการออกแบบ การทดลอง เป็นต้น (ณัฏติยาภรณ์ หยกอุบล, 2555)

6.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ โดยการแสวงหาความรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐานและทำการทดลอง เป็นต้น

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2544) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นความสามารถในการใช้กระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลองและการตีความหมายของข้อมูล การลงข้อสรุปอย่างคล่องแคล่วถูกต้องและแม่นยำ

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ จนเกิดความคล่องแคล่ว ถูกต้องและแม่นยำ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นที่จะให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกฝนจนเกิดความชำนาญ เพื่อเป็นเครื่องมือในการค้นคว้าในสิ่งที่ตนเองสงสัยต่อไป

6.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the advancement of science - AAAS) โดยมีคณะกรรมการสาขาวิทยาศาสตร์ เป็นผู้ดำเนินการพัฒนาโปรแกรมวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อว่า วิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการ (Science – A process approach) สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเน้นกระบวนการวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน ใน 1970 ทางสมาคมดังกล่าวได้ตีพิมพ์คู่มือครูที่มีชื่อว่า วิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการเน้นคำอธิบายสำหรับครู (Science – A process approach, commentary for teacher) ซึ่งได้กำหนดทักษะกระบวนการไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะพื้นฐาน (basic science process skill) 8 ทักษะได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ และ

ทักษะผสมหรือบูรณาการ (Integrated science process skill) 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (ภพ เลาหไพบูลย์, 2542)

6.2.1 **ทักษะการสังเกต** (observation) หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือปรากฏการต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย เพราะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่สังเกตได้เป็นการอธิบายหรือตีความหมายของสิ่งที่สังเกตได้โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมรวมด้วย ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมี 3 ประเภท คือ

ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติของสิ่งที่สังเกต เกี่ยวกับรูปร่าง กลิ่น รส เสียง การสัมผัส ซึ่งเป็นลักษณะหรือคุณสมบัติที่ยังไม่สามารถระบุออกมาเป็นตัวเลขแสดงปริมาณพร้อมหน่วยวัดมาตรฐานได้ ตัวอย่างเช่น ข้อมูลเชิงคุณภาพของลูกอมชนิดหนึ่ง เป็นดังนี้ เมื่อใช้ตาดู ลูกอมมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยม รูปกลม มีสีแดง สีเขียว สีเหลือง เมื่อใช้หูฟังได้ยินเสียงลูกอมกระทบพื้น เมื่อใช้มือสัมผัส รู้สึกเรียบหรือหยาบ แข็งหรือนิ่ม เมื่อใช้จมูกดมมีกลิ่นส้ม หรือกลิ่นกาแฟ เมื่อใช้ลิ้นชิมมีรสหวาน เป็นต้น

ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณเช่นขนาด มวล อุณหภูมิ เป็นต้น อาจบอกโดยการประมาณและบอกหน่วยมาตรฐานไว้ ตัวอย่างข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากการสังเกตลูกอมชนิดหนึ่ง ดังนี้ ลูกอมมีขนาดยาวประมาณ 1.5 เซนติเมตร กว้างประมาณ 1.0 เซนติเมตร และหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร

ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เป็นข้อมูลที่ได้รับจากการสังเกตการปฏิสัมพันธ์ของสิ่งนั้นกับสิ่งอื่น เช่น เมื่อมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งอื่นดังกล่าว จะช่วยให้การสังเกตครอบคลุมข้อมูล ได้กว้างขวางยิ่งขึ้น ตัวอย่าง ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากการสังเกตลูกอมชนิดหนึ่งเมื่อใส่ในน้ำ ดังนี้เมื่อใส่ลูกอมในแก้วน้ำที่มีน้ำบรรจุอยู่ที่อุณหภูมิห้องของลูกอมนั้นมีขนาดเล็กลงเรื่อย ๆ และในที่สุดละลายหายไปในเวลาประมาณ 10 นาที ในการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์แต่ละครั้งนั้น ผู้สังเกตต้องพยายามสังเกตตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ควรสังเกตอย่างละเอียดถี่ถ้วน และสังเกตหลาย ๆ ครั้ง ควรใช้ประสาทสัมผัสมากกว่าหนึ่งอย่าง และให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ต้องไม่ใช้ประสบการณ์หรือความคิดเห็นส่วนตัวในการบรรยายสิ่งที่สังเกตได้ ถ้าเป็นไปได้ควรสังเกตให้ได้ข้อมูลจากการทดลองเพื่อดูผลการเปลี่ยนแปลงสมบัติของสิ่งที่สังเกต

6.2.2 **ทักษะการวัด** (measurement) เป็นทักษะสำคัญอย่างหนึ่งในการคนคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตทำให้นักวิทยาศาสตร์ทราบรูปร่าง ลักษณะ และสมบัติทั่ว ๆ ไปของวัตถุ แต่ไม่สามารถบอกรายละเอียดที่แน่นอนลงไปได้ นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือต่าง ๆ ทำการวัดเพื่อให้ได้ข้อมูลถูกต้องควบคู่ไปกับการสังเกต ข้อมูลที่ได้จากการวัดจะต้องมีหน่วยวัดมาตรฐานกำกับเสมอ หน่วยวัดมาตรฐานที่ใช้เป็นสากลในปัจจุบัน คือ ระบบหน่วย SI (International System of Units หรือ System International d' Unit's) เครื่องมือที่ใช้ในการวัดมีมากมายหลายชนิด เช่น ไม้บรรทัด เวอร์เนียคาลิปเปอร์ ไมโครมิเตอร์ เป็นต้น การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการวัดนี้จำเป็นต้องอาศัยทักษะในการวัดเพื่อให้ได้ค่าตัวเลขที่ถูกต้องเหมาะสม

ทักษะในการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมืออย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด และความสามารถในการอ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้องรวดเร็วและใกล้เคียงกับความเป็นจริง พร้อมทั้งมีหน่วยกำกับเสมอ ตัวอย่างเช่น เลือกเครื่องมือที่ใช้วัดได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด เช่น เลือกไม้บรรทัดวัดความยาวของสมุด ใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณสิ่งต่าง ๆ ได้ถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว

6.2.3 **ทักษะการคำนวณ** (using number) หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย ยกกำลัง เป็นต้น

ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถ ในการบวก ลบ คูณ หาร หรือจัดกระทำกับตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรงหรือจากแหล่งอื่น ตัวเลขที่นำมาคำนวณนั้นต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกัน ตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณ จะช่วยให้สื่อความหมายได้ตรงตามที่ต้องการและชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งได้ตัวเลขมาจากการใช้เครื่องมือต่าง ๆ หาค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นความยาว น้ำหนัก ปริมาตร หรืออุณหภูมิ ค่าที่ได้จากการวัดอาจแสดงถึงความละเอียดของเครื่องมือ เช่น ตัวเลขรายงานผลที่ได้จากการวัดที่มีเลขนัยสำคัญเป็น 7.25 เซนติเมตร กับ 7.2 จะแสดงถึงตัวเลขจำนวนแรก มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว ตัวเลข จำนวนหลังมีเลขนัยสำคัญ 2 ตัว และตัวเลขจำนวนแรกมีความคลาดเคลื่อนอันเป็นผลจากการคาดคะเน = 0.10 เซนติเมตร ตัวเลขจำนวนหลังอาจคลาดเคลื่อนได้ถึง = 0.01 เซนติเมตร ตัวเลขทั้งสองมีความละเอียดแตกต่างกัน โดยตังเลขจำนวนหลังมีความละเอียดน้อยกว่าตัวเลขจำนวนแรก ดังนั้นในการนำตัวเลขสองจำนวนซึ่งมี

ความละเอียดแตกต่างกันมาบวกหรือลบกัน ควรกระทำโดยยึดตัวเลขที่มีความละเอียดน้อยกว่าเป็นหลัก เช่น เมื่อจะบวกหรือลบ 7.25 กับ 7.2 ควรจัดตัวเลข 7.25 ให้มีตำแหน่งที่คาดคะเนเท่ากับ 7.2 โดยการจัด 7.25 เป็น 7.3 โดยปัดเลขทศนิยมตำแหน่งที่สองขึ้นมา

การบวก 7.25 + 7.2 จัดเป็น 7.3 + 7.2 = 14.5 เซนติเมตร

การลบ 7.25 – 7.2 จัดเป็น 7.3 - 7.2 = 0.1 เซนติเมตร

สำหรับการคูณและการหาร ให้แสดงตัวเลขจำนวนของผลคูณหรือผลหาร โดยยึดตำแหน่งทศนิยมเท่ากับตำแหน่งทศนิยมน้อยที่สุดของตัวเลขจำนวนที่นำมาคูณหรือมาหารกัน

การคูณกัน 7.25 x 7.2 = 52.2 เซนติเมตร

การหารกัน 7.25 ÷ 7.2 = 1.0 เซนติเมตร

6.2.4 **ทักษะการจำแนกประเภท** (classification) หมายถึง ความสามารถในการจัดจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนก เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่างกัน หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการร่วมกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

ถ้ามีวัตถุอยู่กลุ่มหนึ่งการจำแนกประเภทอาจทำได้หลายแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ผู้จำแนกตั้งขึ้นใช้ในการจำแนก ถ้าใช้เกณฑ์ในการจำแนกแตกต่างกัน วัตถุที่เคยเป็นกลุ่มเดียวกันอาจเปลี่ยนไป เช่น ถ้าสมมติว่า นักเคมีใช้สถานะของสารเป็นเกณฑ์ในการจำแนกวัตถุ ทองคำ ทองแดง น้ำเกลือ น้ำเชื่อม ดินทราย น้ำคลอง จะจำแนกได้เป็นของแข็ง ได้แก่ ทองคำ ทองแดง ดินทราย ของเหลว ได้แก่ น้ำเกลือ น้ำเชื่อม น้ำคลอง เป็นต้น

6.3.5 **ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา** สเปซ (space) ของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างบริเวณที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างและลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ ซึ่งได้แก่ ความกว้าง ความยาว ความสูงหรือความหนาของวัตถุ การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา(space/ space relationship and space/ time relationship) เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุ ซึ่งได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง และเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ซึ่งได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา หมายถึงความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่อไปนี้ คือ (1) ความสัมพันธ์ระหว่าง 2

มิติกับ 3 มิติ (2) สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏในกระจกเงาจะเป็นซ้ายขวาของกันและกันอย่างไร (3) ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุ (4) การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา การกระทำที่แสดงว่าบุคคลใดมีทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา ได้แก่ความสามารถ ในการกระทำดังต่อไปนี้

ความสามารถในการวาดรูป 3 มิติของวัตถุจริงทั่วไปได้

ความสามารถในการบอกจำนวนเส้นสมมาตรของรูป 2 มิติ และระนาบสมมาตรของรูป 3 มิติได้

ความสามารถในการบอกความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติและรูป 3 มิติได้ ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติและรูป 3 มิติ ได้แก่

เมื่อหมุนรูป 2 มิติรอบเส้นสมมาตรเส้นใดเส้นหนึ่งรูป 2 มิตินั้นก็จะเป็นรูป 3 มิติบางรูปได้ เช่น เมื่อหมุนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า จะเกิดรูปทรงกระบอก

ระบุรูป 2 มิติ จากรูป 3 มิติได้ เช่น เมื่อมองรูปกรวยในแนว ก จะเห็นเส้นรอบรูปเป็นรูปวงกลม แต่เมื่อมองรูปกรวยในแนว ข จะเห็นเส้นรอบรูปเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

ความสัมพันธ์ของรูป 3 มิติ และรูป 2 มิติ เกี่ยวกับเงา เช่น เมื่อฉายไฟฉายไปที่ด้านข้างของวัตถุรูปทรงกระบอกจะเกิดเงาบนฉากเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงา กับภาพที่ปรากฏในกระจกเงาได้

ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งกล่าวคือ บอกได้ว่าวัตถุอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

6.3.6 **ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล** (organizing data and communication) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

6.3.7 **ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล** (interring) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมา

ช่วย ข้อมูลที่มีอาจได้มาจากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง คำอธิบายนั้นเป็นสิ่งที่ได้จากความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนของความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่

6.3.8 **ทักษะการพยากรณ์** (prediction) หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หรือเป็นความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตของข้อมูล (interpolating) และภายนอกขอบเขตข้อมูล (extrapolating)

6.3.9 **ทักษะการตั้งสมมติฐาน** (formulating hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้น ๆ ต่อไป

ความรู้ที่ได้จากการสมมติฐาน อาจเป็นความรู้ที่แคบหรือกว้างถึงขั้นที่สามารถนำความรู้นั้นไปใช้อ้างอิงต่อไปได้นั้น ขึ้นอยู่กับการสมมติฐานในตอนต้นให้แคบหรือกว้าง ความรู้ที่ได้จากการสมมติฐานที่ว่า “เหล็กเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว” ความรู้นี้ยังนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยกว่าความรู้ที่ได้จากการสมมติฐานว่า “โลหะเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว” และเมื่อได้ตรวจสอบสมมติฐานแล้ว สมมติฐานนี้ก็ได้กลายเป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถใช้อ้างอิงในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

6.3.10 **ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ** (defining operational) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตได้และวัดได้ คำนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นความหมายของคำศัพท์เฉพาะเป็นภาษาง่าย ๆ ชัดเจนไม่กำกวม ระบุสิ่งที่จะสังเกตได้ และระบุการกระทำซึ่งอาจเป็น การวัด ทดสอบ การทดลองไว้ด้วย

6.3.11 **ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร** (identifying and controlling variables) หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง การควบคุมตัวแปรนั้นเป็นการควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน

ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษา หรือเป็นตัวแปรที่ต้องการทดลองดูว่าจะก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม เป็นตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้นเมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม เป็นตัวแปรตัวอื่น ๆ ที่ยังไม่สนใจศึกษาที่อาจจะมีผลต่อตัวแปรตามในขณะนั้น จึงจำเป็นต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน

อย่างไรก็ตามตัวแปรทั้งสามชนิดนี้ในแต่ละเรื่องที่ทำการศึกษาย่อมแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า การชี้บ่งว่าอะไรเป็นตัวแปรต้นเป็นตัวแปรตามหรือเป็นตัวแปรควบคุม อาจไม่ตายตัวเสมอไป ซึ่งจะเน้นความสำคัญในการออกแบบการทดลองเพื่อให้ได้ข้อสรุปตามวัตถุประสงค์

6.3.12 **ทักษะการทดลอง** (experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีดำเนินการทดลองซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง

การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูล ที่ได้จากการทดลองอาจเป็นผลของการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง และการบันทึกผลการทดลอง

6.3.13 **ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป** (interpreting data and conclusion) หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่และการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำ และอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมหรือรูปภาพต่าง ๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย และสามารถลงข้อมูลสรุปโดยการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา ภายในขอบเขตของการทดลองนั้น ๆ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งหวังที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนในเรื่อง

ระบบประสาท 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2537) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการค้นคว้า การอบรม การสั่งสอน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่าง ๆ ที่เป็นผลมาจากการฝึกฝน

อารีย์ วชิรวราการ (2542) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่โรงเรียนและที่บ้าน รวมไปถึงความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรม

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) ได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน ให้มีความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดจากการไม่เคยกระทำได้หรือทำได้น้อย ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถสังเกตเห็นได้

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การค้นคว้า ประสบการณ์ทั้งหมด ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งสามารถสังเกตได้

7.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของคลอปเฟอร์ (Leopold E. Klopfer) อ้างถึงใน ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) ได้แบ่งพฤติกรรมที่คาดหวังว่านักเรียนจะแสดงออกไว้เป็น 6 ประเภท คือ 1. ความรู้และความเข้าใจ 2.กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ 4. ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ 5. เจตคติและความสนใจ และ 6. การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์

7.2.1 ความรู้และความเข้าใจ (knowledge and comprehension) พฤติกรรมที่หวังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน คือ ความรู้ ความจำ พฤติกรรมย่อยได้ 9 ประเภท คือ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้นตอน ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภท จัดประเภทและเกณฑ์ ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีหรือแนวคิดที่สำคัญ

ความสามารถในการระบุหรือชี้บ่งความรู้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

7.2.2 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (processes of scientific inquiry) เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ในด้านความสามารถในด้านความสามารถในการสังเกตและการวัด การมองเห็นปัญหาและการหาวิธีที่ใช้แก้ปัญหา การแปลความหมายของข้อมูลและการสร้างข้อสรุป การสร้างการทดสอบและการปรับปรุงแบบจำลองเชิงทฤษฎี

7.2.3 การนำความรู้และวิธีทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (application of scientific knowledge and methods) นักเรียนควรฝึกการนำไปใช้แก้ปัญหา 3 ประเภท คือ การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาอื่น ๆ และ การนำไปใช้แก้ปัญหาที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

7.2.4 ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ (manual skills) นักเรียนมีความจำเป็นต้องมีทักษะปฏิบัติการดังนี้ คือ มีการพัฒนาทักษะในการใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการและมีการปฏิบัติงานโดยใช้เทคนิคในการทดลองทั่ว ๆ ไปอย่างระมัดระวังและปลอดภัย

7.3.5 เจตคติและความสนใจ (attitudes and interests) พฤติกรรมส่วนนี้เน้นการวัดความรู้สึก อารมณ์ การยอมรับ ผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์จะเป็นผู้ที่มีลักษณะดังนี้ คือ เป็นผู้ที่ชอบแสวงหาสาเหตุของสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ไม่เชื่อในสิ่งที่ปราศจากหลักฐาน เป็นผู้มีจิตใจกว้างขวาง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นและทบทวนความคิดของตน เป็นผู้ที่ให้ความคิดเห็นและสรุปเรื่องราวต่าง ๆ โดยใช้หลักฐานที่เชื่อถือได้ มีการพิจารณาไตร่ตรองอย่างดี เป็นผู้ที่ชอบประเมินผลเทคนิควิธีทำงานของตนเองเสมอ และใช้เทคนิควิธีการซึ่งพิสูจน์แล้วว่าได้ผลดี และเป็นผู้อยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

7.3.6 การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์ (orientation) เป็นการวัดหาความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเรื่องอื่น ๆ ซึ่งนักเรียนจะแสดงพฤติกรรมที่บ่งถึงความรู้สำนึกของนักเรียนในเรื่องต่อไปนี้ คือ การตระหนักถึงความสัมพันธ์ และความแตกต่างของข้อความทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ กัน การยอมรับขีดจำกัดของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และอิทธิพลของกระบวนสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อปรัชญาทั่วไป การตระหนักถึงวิวัฒนาการของวิทยาศาสตร์ ประวัติความเป็นมาของวิทยาศาสตร์ การตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางเทคโนโลยีและการพัฒนาการทางสังคม ทางเศรษฐกิจ และการยอมรับความสำคัญของวิทยาศาสตร์ในแง่ของสังคมและจรรยา

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งทั้งหมดทุกด้านครอบคลุมตรงกับการเสนอจุดมุ่งหมายทางการศึกษา ที่เสนอโดย บลูม (Benjamin) และคณะ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ 1. ด้านพุทธิพิสัย (cognitive domain) เป็นพฤติกรรมของบุคคลในแง่ของสมรรถภาพทางสมอง หรือสติปัญญา 2. ด้านจิตพิสัย (affective domain) เป็นด้านของอารมณ์ ความรู้สึกของบุคคล 3. ด้านทักษะพิสัย (psychomotor domain) เป็นด้านการกระทำและการเคลื่อนไหวทางร่างกาย (Benjamin, 2499 อ้างถึงใน สมนึก ภัททิยธนี, 2549)

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาเรื่องระบบประสาทซึ่งจะวัดความรู้ทางด้านพุทธิพิสัย (cognitive domain) โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ดังนี้ คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า

7.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ไว้ 2 ประเภท คือ

7.3.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (paper and pencil test) ซึ่งแบ่งได้อีก 2 ชนิดคือ

1 แบบทดสอบอัตนัย (subjective or essay test) คือ ให้ผู้ตอบ แสดงความรู้ ความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่

2 แบบทดสอบปรนัยหรือแบบตอบสั้นๆ (objective test or short answer) คือ ผู้สอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ซึ่งผู้ตอบไม่สามารถแสดงความรู้ ความคิดได้ เหมือนแบบอัตนัย อาจแบ่งได้เป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบ ถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

7.3.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ การให้คะแนน และแปลความหมายของคะแนน

7.4 ขั้นตอนการ**สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนดังนี้**

7.4.1 วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การสร้างแบบทดสอบควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระ

และพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ตารางวิเคราะห์หลักสูตรจะใช้เป็นกรอบในการออกข้อสอบโดยระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด

7.4.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่สอนมุ่งหวังจะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

7.4.3 กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดค่าเป็นแบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเหมาะสมกับผู้เรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนขอสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการและวิธีการเขียนข้อสอบ

7.4.4 เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

7.4.5 ตรวจทานข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 3.4 มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจทานข้อสอบอีกครั้งก่อนจะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

7.4.6 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อตรวจทานข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบ ฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรืออธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7.4.7 ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำไปทดสอบกับกลุ่มที่คล้ายคลึงกับกลุ่มที่จะสอบจริง แล้วนำผลการสอบมาวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อไป

7.4.8 จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบ กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

7.5 **แนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** จะมีคุณภาพได้นั้นต้องอาศัยหลักการสร้างที่มีคุณภาพซึ่ง กรอนลันด์ (1993) อ้างถึงใน พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548) ได้ให้หลักการสร้างไว้ดังนี้

7.5.1 ต้องนิยามพฤติกรรมหรือผลการเรียนที่ต้องการจะวัดให้ชัดเจน โดย

กำหนดในรูปของจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนหรือรายวิชาด้วยคำที่เฉพาะเจาะจงสามารถวัดและสังเกตได้

7.5.2 ควรสร้างแบบทดสอบวัดให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ ที่ได้กำหนดไว้ทั้งหมด ทั้งใน ระดับความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และระดับที่ซับซ้อนมากขึ้น แบบทดสอบที่สร้างขึ้นควรจะวัดพฤติกรรม หรือผลการเรียนรู้ที่เป็นตัวแทนของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยจะต้องกำหนดตัวชี้วัด และขอบเขตของผลการเรียนรู้ที่จะวัดแล้วจึงเขียนข้อสอบตามตัวชี้วัดจากขอบเขตที่กำหนดไว้

7.5.3 ควรสร้างแบบทดสอบโดยคำนึงถึงแผนหรือวัตถุประสงค์ของการนำผลการทดสอบไปใช้ประโยชน์ จะได้เขียนข้อสอบให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และทันใช้ตามแผนที่กำหนดไว้ เช่น การใช้แบบทดสอบก่อนการเรียนการสอน (pretest) สำหรับตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียนเพื่อการสอนซ่อมเสริม การใช้แบบทดสอบระหว่างการเรียนการสอนเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน (formative test) และการใช้แบบทดสอบหลังการเรียนการสอนเพื่อตัดสินผลการเรียน (summative test)

7.5.4 แบบทดสอบที่สร้างขึ้น จะต้องทำให้การตรวจให้คะแนนไม่มีความคลาดเคลื่อนจากการวัด (measurement errors) ซึ่งไม่ว่าจะนำแบบทดสอบไปทดสอบกับผู้เรียนในเวลาที่แตกต่างกันจะต้องได้ผลการวัดเหมือนเดิม

7.6 ข้อแนะนำสำหรับการเขียนข้อสอบ

ข้อแนะนำทั่วไปสำหรับการเขียนข้อสอบมีดังนี้ Gronlund (1993) อ้างถึงใน พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548) ดังนี้

1. ควรเลือกชนิดของข้อสอบให้ตรงกับลักษณะของพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัดให้มากที่สุด

2. เขียนข้อสอบที่จะวัดผลการปฏิบัติให้สอดคล้องกับพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ด้านการปฏิบัติ

3. เขียนข้อสอบแต่ละข้อให้ชัดเจน เฉพาะเจาะจงให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

4. เขียนข้อสอบเพื่อให้วัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือ อุปกรณ์อย่างอื่นช่วย เช่นเขียนข้อสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมืออุปกรณ์ช่วย

5. พยายามป้องกันสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อสอบ แต่จะมีผลต่อ

คำตอบของผู้สอบ เช่น แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ที่ใช้ภาษาซับซ้อนที่ต้องตีความและยากเกินวัยของผู้สอบ

6. หลีกเลี่ยงคำ ข้อความ หรือร่องรอยต่าง ๆ ที่จะแนะคำตอบถูก

7. เขียนข้อสอบให้มีความยากง่ายพอเหมาะกับระดับพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่จะวัด วัยของผู้เรียน และการนำผลการทดสอบใช้

8. เขียนข้อสอบให้สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้หรือคำตอบที่ดีที่สุดโดยไม่มีข้อโต้แย้งในการตัดสินคำตอบถูก

9. ควรเขียนข้อสอบให้มีจำนวนข้อเกินกว่าที่ต้องการใช้จริง เพราะอาจจะต้องตัดข้อสอบบางข้อที่ไม่เหมาะสมออกในภายหลัง

7.7 แบบทดสอบอัตนัย

แบบทดสอบอัตนัยหรือความเรียง เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้ตอบหาคำตอบเองโดยการเขียนบรรยายหรือแสดงความคิดเห็น วิภาควิจารณ์เรื่องราว พฤติกรรมต่าง ๆ จากความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมา ลักษณะของแบบทดสอบนี้อาจจะเป็นโจทย์ หรือคำถามที่กำหนดเป็นสถานการณ์ หรือปัญหาอย่างกว้าง ๆ หรือเฉพาะเจาะจง แบบทดสอบอัตนัยเป็น 2 ชนิด (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2548) คือ

1. แบบตอบขยาย (extended response) หรือแบบไม่จำกัดคำตอบ (unrestricted response) เป็นแบบทดสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็น อธิบาย บรรยาย อภิปรายได้อย่างเต็มที่ มักใช้กับนักเรียนหรือนักศึกษาในระดับชั้นสูง ลักษณะของคำถามมักจะมีคำว่า จงอธิบาย อภิปราย เปรียบเทียบ วิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ สรุป วางแผน ออกแบบการทดลอง ตั้งแต่สมมติฐาน ตั้งเกณฑ์ตัดสิน ประเมินผลหรือการแก้ปัญหา

2. แบบจำกัดคำตอบหรือแบบตอบสั้น (restricted response or short essay item) เป็นแบบทดสอบที่ถามแบบจำเพาะเจาะจง ให้ตอบสั้นภายในขอบเขตที่กำหนดไว้โดยทั่วไปจะกำหนดขอบข่ายและความยาวในการตอบด้วย ลักษณะของคำถามมักจะอยู่ในรูป จงอธิบายสั้น ๆ จงบอกประโยชน์ จงอธิบายสาเหตุ หรือจงบอกขั้นตอน

7.7.1 **หลักในการสร้างแบบทดสอบอัตนัย** มีหลักการสร้างดังนี้

1. เขียนคำสั่งหรือคำชี้แจงให้ชัดเจนว่า แบบทดสอบนั้นต้องการให้ผู้ตอบทำอย่างไร

2. มีเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างไร

3. ควรถามเฉพาะเรื่องที่สำคัญ ๆ และเป็นเรื่องที่แบบทดสอบปรนัยอื่น ๆ วัดได้ไม่ดีเท่า เช่น ถามเกี่ยวกับการนำไปใช้ การวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ การแสดงความคิดเห็น การวิพากษ์วิจารณ์เป็นต้น

4. ควรระบุให้ชัดเจนว่าแบบทดสอบนั้นเป็นแบบจำกัดคำตอบหรือไม่ เพื่อผู้ตอบจะได้วางแผนการตอบได้ถูกต้อง

5. ควรกำหนดขอบเขตของคำถาม เพื่อให้ผู้ตอบเข้าใจจุดมุ่งหมายในการวัดและสามารถตอบได้ตรงประเด็นการวัด

6. เขียนคำถามโดยพิจารณาระดับความยากง่าย และจำนวนข้อให้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดให้ เพื่อให้ผู้ตอบสามารถที่จะตอบได้ครบทุกข้อ

7. ควรกำหนดคะแนน และหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนของแต่ละข้อไว้ด้วย

8. ไม่ควรให้มีการเลือกตอบเป็นบางข้อ เพราะอาจมีการได้เปรียบกันเนื่องจากข้อสอบ แต่ละข้อ

9. ไม่ควรถามเรื่องที่ผู้เรียนเคยทำหรือเคยอภิปรายมาก่อน เพราะจะเป็นการวัดความจำ ควรถามในเรื่องที่ผู้เรียนต้องพยายามนำกฎเกณฑ์ หรือความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

10. ถ้าเป็นคำถามที่เป็นประเดนขัดแย้ง ยังหาข้อยุติไม่ได้ควรมุ่งทดสอบความสามารถในการหาหลักฐานมายืนยันมากกว่าทดสอบอย่างอื่น ไม่ควรจะเน้นว่าถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ ควรจะทดสอบการหาเหตุผลมาอธิบายหรือการสนับสนุนมากกว่า

11. พยายามใช้คำหลาย ๆ แบบหลีกเลี่ยงคำถามประเภทวัดความรู้ความจำ เช่น ใคร อะไร ที่ไหน เมื่อไหร่ ควรใช้คำถามที่ที่วัดสมรรถภาพขั้นสูง เช่น ทำไม อย่างไร หรือให้บรรยาย อภิปราย เปรียบเทียบ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ ความขัดแย้ง วิเคราะห์เหตุผล วิพากษ์วิจารณ์ และการประเมินผล เป็นต้น

12. เขียนคำถามให้ชัดเจน และมีลักษณะเฉพาะเจาะจงว่าต้องการให้ตอบอย่างไร หรือในแง่ใด

13. พยายามเขียนข้อสอบให้มีจำนวนมากข้อ โดยจำกัดให้คำตอบสั้น ๆ เพื่อจะได้วัดให้ครอบคลุมเนื้อหาซึ่งจะทำให้แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูงขึ้น

14. เมื่อเขียนคำถามแล้ว ควรเขียนคำตอบด้วยเพื่อเป็นการตรวจสอบความชัดเจนของคำถาม ถ้าไม่ชัดเจนจะได้ปรับปรุงแก้ไขให้ชัดเจนก่อนนำไปใช้จริง

15. แบบทดสอบมีข้อสอบหลายข้อ ควรจะเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เพื่อกระตุ้น จูงใจหรือยั่วยุให้ผู้ตอบอยากตอบมากขึ้น

16. ควรใช้แนวการถามในลักษณะต่อไปนี้

1) ให้นิยามหรืออธิบายความหมาย

2) ให้จัดลำดับเรื่องราว หรือลำดับเหตุการณ์

3) ให้จัดหรือแยกประเภทสิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ

4) ให้เขียนอธิบาย บรรยาย หรือพรรณนาสิ่งของ เหตุการณ์

5) ให้เปรียบเทียบสิ่งของหรือเหตุการณ์ โดยทั่ว ๆ ไป

6) ให้ระบุความคล้ายคลึง หรือความแตกต่างของสิ่งของ

7) ให้บอกสาเหตุหรือคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้น

8) ให้ออกแบบ เขียนเค้าโครงหรือวางแผนการดำเนินงานต่าง ๆ

9) ให้อธิบายเหตุผลย่อ ๆ ในการสนับสนุน หรือคัดค้าน

10) ให้วิเคราะห์เรื่องราว หรือวิเคราะห์ความสัมพันธ์

7.7.2 การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนข้อสอบอัตนัย มีวิธีการดังนี้

1. จะต้องมีเฉลยคำตอบที่ถูกต้องชัดเจนไว้ก่อน โดยแยกเป็นข้อ ๆ

2. ควรตรวจให้คะแนนทีละข้อจนครบหมดทุกข้อแล้วจึงตรวจข้อใหม่ เพื่อจะได้เปรียบเทียบระหว่างคำตอบของแต่ละคน

3. ถ้ามีการตรวจหลายคน อาจแบ่งกันตรวจคนละข้อ หรือตรวจคนละกลุ่ม แต่จะต้องปรึกษาหารือเกี่ยวกับแนวทางและเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ชัดเจน ถ้าเป็นการสอบที่สำคัญมาก ๆ อาจตรวจกันหลายคนแล้วใช้คะแนนเฉลี่ยแทน

4. ต้องตรวจให้คะแนนด้วยความรอบคอบ มีความเที่ยงธรรมปราศจากอคติหรือความลำเอียง

5. ถ้าไม่ใช่การวัดทักษะในการเขียนหรือไวยากรณ์ ก็ไม่ต้องนำเรื่องทักษะการเขียนหรือ ไวยากรณ์ไปมีส่วนในการพิจารณาให้คะแนน

6. เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน ควรใช้ทั้งเกณฑ์ด้านเนื้อหา (content criteria) เกณฑ์ด้านการจัดลำดับ ความคิด-การเรียงเรื่อง (organization criteria) และเกณฑ์ด้านกระบวนการทางสมอง (process criteria) นอกจากนี้ต้องพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้ด้วย 1) ความ

ถูกต้องตรงประเด็นที่ถาม 2) ความสมบูรณ์ครบถ้วนของประเดนที่ถาม 3) ความสมเหตุสมผลของคำตอบ

7.7.3 ข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบอัตนัย

แบบทดสอบอัตนัย มีข้อดีและข้อจำกัด โดยสรุปดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบอัตนัย

ข้อดี	ข้อจำกัด
1. สามารถวัดสมรรถภาพหรือพฤติกรรมต่าง ๆ ได้ทุกด้านโดยเฉพาะด้านกระบวนการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์จะวัดได้ดี 2. ผู้ตอบได้มีโอกาสใช้ความรู้ความคิดและความสามารถในการใช้ภาษาอย่างกว้างขวาง 3. ผู้ตอบไม่มีโอกาสในการเดาหรือเดาได้น้อยมาก 4. สร้างได้ง่ายและประหยัดค่าใช้จ่าย	1. เขียนคำถามได้น้อยข้อจึงวัดได้บางเรื่องไม่ครอบคลุมเนื้อหา 2. การตรวจให้คะแนนทำได้ยากไม่คงที่แน่นอน มีโอกาสที่จะเกิดความลำเอียงได้ง่าย 3. ใช้เวลาในการตรวจมาก จึงไม่เหมาะสมสำหรับใช้สอบในกรณีที่มีผู้สอบจำนวนมาก ๆ 4. มีความเชื่อมั่นต่ำ และมักขาดความเที่ยงตรง

7.8 แบบทดสอบแบบเลือกตอบ

แบบทดสอบแบบเลือกตอบเป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้สอบเลือกคำตอบที่ถูกต้องหรือคำตอบที่ดีที่สุด เหมาะสมที่สุดหรือถูกที่สุด จากตัวเลือกต่าง ๆ ที่กำหนดให้ลักษณะสำคัญของแบบทดสอบชนิดนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญ คือ 1) ตัวคำถาม (stem) เป็นข้อความที่กระตุ้นจูงใจให้ผู้สอบค้นหาคำตอบ 2) ตัวเลือก (choices หรือ option) เป็นส่วนที่เป็นไปได้ในการตอบคำถามซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ตัวถูกหรือคำตอบ (correct choice) และตัวลวง (distractors หรือ decoys) โดยทั่วไปตัวเลือกมักจะกำหนดให้มี 3 – 5 ตัวเลือกซึ่งขึ้นอยู่กับความยากง่ายของคำถามและระดับชั้นเรียน

7.8.1 รูปแบบคำถามของแบบทดสอบเลือกตอบ

แบบทดสอบเลือกตอบมีรูปแบบคำถามหลากหลายขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการถาม วิธีการถามและเนื้อหาที่จะถาม แต่รูปแบบที่นิยมใช้กันมากมี 3 แบบ คือ

1. แบบคำถามโดดหรือคำถามเดี่ยว (single question) เป็นรูปแบบคำถามนี้เป็นแบบใช้กันอยู่ทั่วไป ลักษณะของคำถามจะถามเฉพาะเรื่องใดเรื่องหนึ่งจบลงในตัวเองไม่เกี่ยวข้องกับข้ออื่น ๆ รูปแบบคำถามชนิดนี้

2. แบบตัวเลือกคงที่ (constant choice) รูปแบบคำถามนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญสองส่วน คือ ส่วนที่เป็นตัวเลือก และส่วนที่เป็นตัวคำถาม เช่นเดียวกับรูปแบบคำถามเดียว หรือคำถามโดดแต่จะต่างกันที่ตัวเลือกแบบคงที่จะเป็นตัวเลือกชุดเดียวกันของคำถามทั้งชุดนั้นโดยจะแยกอยู่ต่างหากจากตัวคำถาม การเขียนคำถามแบบนี้จะต้องเขียนคำชี้แจงของคำถามแต่ละชุดให้ชัดเจน โดยควรระบุว่า ตัวเลือกชุดนี้ใช้เป็นคำตอบข้อใดบ้างและจะใช้เกณฑ์ใดในการพิจารณา ซึ่งอาจเป็นความถูกต้อง ความสอดคล้องหรือข้อเท็จจริง แนวการเขียนคำถามแบบนี้มีอยู่หลายแนวทางหรือหลายชนิดได้แก่ ชนิดพิจารณาความถูกต้อง ชนิดพิจารณาความสอดคล้อง ชนิดพิจารณารูปภาพ ชนิดพิจารณาข้อเท็จจริง ชนิดพิจารณาเหตุผล ชนิดพิจารณาความรู้สึก ชนิดพิจารณาลักษณะเรื่องราว และชนิดพิจารณาความเหมาะสม

3. แบบสถานการณ์ (situation test) รูปแบบคำถามนี้เป็นแบบที่กำหนดสถานการณ์จำลองขึ้นซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความหรือภาพ แล้วเขียนคำถามเกี่ยวกับข้อความหรือภาพที่กำหนดเป็นสถานการณ์นั้น โดยยึดหลักว่า อย่าถามให้ตรงเรื่อง อย่าถามนอกเรื่องแต่ควรถามให้เกี่ยวพันหรืออ้างอิงเรื่อง สถานการณ์หรือพาดพิงเรื่องราวนั้น แนวทางการเขียนข้อสอบแบบกำหนดสถานการณ์ มีรูปแบบในการเลือกสถานการณ์หลายชนิดโดยใช้สิ่งต่าง ๆ เป็นสถานการณ์ได้แก่ ข้อความ รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ หรือตาราง โจทย์หรือการทดลอง

7.8.2 แบบทดสอบเลือกตอบมีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ตารางที่ 2-4 เปรียบเทียบข้อดีและข้อดีจำกัดของแบบทดสอบเลือกตอบ

ข้อดี	ข้อจำกัด
1. วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาและสมรรถภาพทางปัญญาตั้งแต่ขั้นต้นถึงขั้นสูง 2. ตรวจให้คะแนนง่ายและรวดเร็ว เหมาะสำหรับใช้สอบคัดเลือกที่มีผู้สอบจำนวนมาก ๆ 3. มีความเป็นปรนัยสูง ซึ่งสามารถเข้าใจคำถามได้ตรงกัน ตรวจให้คะแนนตรงกันและการแปลความหมายคะแนนได้ตรงกัน 4. สามารถนำมาวิเคราะห์ และปรับปรุงให้มีคุณภาพดีขึ้นได้ง่าย 5. มีโอกาสให้ความยุติธรรมสูง เพราะออกข้อสอบได้ครอบคลุมตัวอย่างของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องวัด	1. สร้างได้ยากและเสียเวลาในการสร้างเพราะต้องอาศัยความรู้ความชำนาญของผู้สร้างเป็นสำคัญ 2. วัดความคิดลึกซึ้งในเชิงความคิดสร้างสรรค์ความสามารถในการใช้ภาษาและแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ ได้ยาก 3. ไม่ส่งเสริมหรือช่วยสร้างทักษะการเขียน 4. สิ้นเปลืองมาก โดยต้องลงทุนกระดาษ หมึก และอุปกรณ์ในการสร้างและผลิตข้อสอบ 5. ส่งเสริมการเดา ถ้าผู้สอบไม่ต้องการคิดหาคำตอบอาจใช้การเดาคำตอบแทน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการออกแบบทดสอบแบบเลือกตอบเนื่องจากสามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาและสมรรถภาพทางปัญญาตั้งแต่ขั้นต้นถึงขั้นสูง มีความเป็นปรนัยสูง ซึ่งสามารถเข้าใจคำถามได้ตรงกัน ตรวจให้คะแนนตรงกันและการแปลความหมายคะแนนได้ตรงกัน สามารถนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงให้มีคุณภาพดีขึ้นได้ง่าย

ส่วนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงนั้นได้ออกแบบสร้างแบบทดสอบแบบทดสอบอัตนัยหรือความเรียง แบบตอบขยาย (extended response) เพื่อให้เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น อธิบายบรรยาย อภิปรายได้อย่างเต็มที่ สามารถให้นักเรียนออกแบบการทดลอง ตั้งสมมติฐานโดยนักเรียนสามารถเขียนคำตอบเองโดยการเขียนบรรยายหรือแสดงความคิดเห็น จากความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมา

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยภายในประเทศ

อัญชลี ศรีนาคา (2539) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .83 และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับคะแนนทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ด้านการดำเนินการทดลอง เทคนิคการทดลอง ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการ ความเป็นระเบียบเรียบร้อย มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรพินท์ ชื่นชอบ (2546) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชุติมา ทองสุข (2547) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง (2548) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองโดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และผลการประเมินทักษะการทดลองที่เรียนโดยใช้ชุดปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วราภรณ์ สีดำนิล (2550) การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยคะแนนหลังจัดการเรียนรู้มีคะแนนทักษะการสังเกตมากที่สุดและทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปน้อยที่สุด และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เห็น

ด้วยต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมอยู่ในระดับมาก ในด้านบรรยากาศการเรียนรู้ นักเรียนมีความเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมช่วยให้มีบรรยากาศในการเรียนที่ตื่นเต้น อยากรู้อยากเห็น ด้านกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนมีความคิดเห็นว่า ได้แสดงความคิดเห็นทุกครั้งในกิจกรรมการเรียนรู้และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ นักเรียนมีความคิดเห็นว่าช่วยให้นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ประภาพร สุรินทร์ (2554) ได้ทำการศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังการเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

จากการศึกษางานวิจัยภายในประเทศจะเห็นได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นั้นช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้และการทำปฏิบัติการทดลองมีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการของนักเรียน

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Ercan (2014) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักร 5 E กับการเรียนโดยใช้แผนผังรูปตัววี ในวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป 2 เพื่อศึกษาผลของการเรียนการสอน วิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป 2 ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เจตคติต่อวิชาเคมี ความกระตือรือร้นทางเคมีและติต่อปฏิบัติการเคมีของผู้สมัครครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าร่วมมหาวิทยาลัยของรัฐ จากการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนที่มีวงจรการเรียนรู้ 5E ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มเปรียบเทียบที่ได้รับการสอนด้วยแผนภาพ V ความกระตือรือร้นที่มีต่อห้องปฏิบัติการเคมีที่หายไปในกลุ่มการเรียนการสอนที่มีแผนภาพ V และพบอีกว่าวิธีการสอนไม่ได้ส่งผลกระทบต่อห้องปฏิบัติการเคมีและคะแนนทัศนคติต่อการเรียนเคมีขึ้นอยู่กับคะแนนหลังการทดสอบ นักเรียนชายที่ประสบความสำเร็จมากขึ้นเมื่อเทียบกับนักเรียนหญิงในวิชาปฏิบัติการเคมี

Lin et al. (2014) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่รวมมายากลวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา ในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเสียดทานของนักเรียนของโรงเรียนมัธยมในภาคกลางของไต้หวัน พบว่าวิธีการนี้ช่วยเพิ่มเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

Sevra and Guvenb (2014) ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบดั้งเดิมต่อพฤติกรรมการต่อต้านของนักเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โดยศึกษากับนักเรียน 25 คนที่ถูกระบุว่าพฤติกรรมการต่อต้าน เช่น ไม่อยากมีส่วนร่วมในการเรียน ไม่มีความสนใจในการเรียน ไม่สนใจเพื่อน ๆ เรียกร้องความสนใจ ไม่เคารพครูและไม่ให้คำแนะนำกับครู พบว่ามีความแตกต่างที่อย่างมีนัยสำคัญระหว่างการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของทั้งสองกลุ่มควบคุมและพบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนในกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมาก ในขณะที่ผลการวิจัยที่ได้มาจากรูปแบบการติดตามและการวิเคราะห์ของการสัมภาษณ์ครูแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนการทดลองการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการต่อต้านของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงในทางบวก

Demircioglua and Ucarb (2015) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะโดยใช้การให้เหตุผลเป็นฐาน ในรายวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 3 ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผล ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และระดับการให้เหตุผลของนักเรียน (pre-service science teacher) ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าเมื่อเทียบกับการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการแบบดั้งเดิม แต่ความสามารถในการให้เหตุผลไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้การให้เหตุผลเป็นฐานเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและมันอาจนำไปปรับใช้สำหรับการเรียนในห้องปฏิบัติการอื่น ๆ

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้นสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน นอกจากนี้ยังสามารถปรับพฤติกรรมไม่สนใจเรียนขาดความกระตือรือร้นของนักเรียนได้อีกด้วย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่องระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่นักเรียนโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (SMA) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 3 ห้องเรียน รวมทั้งหมด128 คน ได้แก่ ห้อง 2 จำนวน 42 คน ห้อง 3 จำนวน 45 และห้อง 4 จำนวน 41 คน

กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่นักเรียนโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (SMA) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 83 คน ได้มาโดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ได้แก่ กลุ่มทดลอง ห้อง 2 จำนวน 42 คน และกลุ่มควบคุม ห้อง 4 จำนวน 41 คน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ The Pretest-Posttest Control Group Design (สมบูรณ์ สุริยวงศ์ และคณะ, 2554) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แบบแผนการวิจัยแบบ The Pretest-Posttest Control Group Design

กลุ่มตัวอย่าง	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
กลุ่มทดลอง E	O_1	X	O_2
กลุ่มควบคุม C	O_{C1}	~X	O_{C2}

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E	แทน	กลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
C	แทน	กลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
O1	แทน	การทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ของกลุ่มทดลอง
O_{C1}	แทน	การทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ของกลุ่มควบคุม
O_2	แทน	การทดสอบหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มทดลอง
O_{C2}	แทน	การทดสอบหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มควบคุม
X	แทน	การสอนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
~X	แทน	การสอนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องระบบประสาท
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องระบบประสาท
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่องระบบประสาท
4. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

1.2 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรสถานศึกษา โดยกำหนดเนื้อหาในสาระที่ 1 เรื่องระบบประสาท ซึ่งมีเนื้อหา 6 เรื่อง ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้สาระที่ 1 เรื่องระบบประสาท

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนัก (%)
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และเปรียบเทียบวิธีการรับรู้และ	3	20

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนัก (%)
	การรับรู้และการตอบสนอง	การตอบสนองต่อสิ่งเร้า		
1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับการทำงานของระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก	2. เซลล์ประสาท	2. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และจำแนกส่วนประกอบ และหน้าที่ของเซลล์ประสาท		
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 3. การทำงานของเซลล์ประสาท	3. สืบค้นข้อมูล อธิบาย การทำงานของเซลล์ประสาท	3	20
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 4. ศูนย์ควบคุมระบบประสาท	4. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และอภิปรายโครงสร้างและหน้าที่ของสมองและไขสันหลัง	3	20
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 5. การทำงานของระบบประสาท	5. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนวัติ	3	20
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 6. อวัยวะรับความรู้สึก	6. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและอธิบายโครงสร้างและการทำงานของอวัยวะรับความรู้สึก	3	20

1.3 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 5 แผน ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

1.3.1 สาระสำคัญ

1.3.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.3.3 สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)

1.3.4 กระบวนการจัดการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1) สร้างความสนใจ (engagement)

2) สำรวจค้นหา (explore)

3) อธิบายและลงข้อสรุป (explain) + ใช้แผนผังรูปตัววี

4) ขยายความรู้ (elaborate)

5) ประเมินผล (evaluate)

1.3.5 สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้

1.3.6 การวัดและประเมินผล

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณา ตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผนความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้และเวลาเรียนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริงและนำไปแก้ไขปรับปรุง

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ และด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ได้แก่สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้เนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้สื่อการเรียนและการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

การประเมินความเหมาะสมใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถามโดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนนดังนี้

คะแนน 5 หมายถึงเหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึงเหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึงเหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึงเหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึงเหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึงเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึงเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึงเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึงเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึงเหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมคือถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไปและมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น ทั้งนี้ผู้วิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทั้ง 5 แผนอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมากที่สุด

1.6 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่เพิ่มเติมอ้างอิงที่มาของรูปภาพในใบงานและในแผนการจัดการเรียนรู้

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ระบบประสาท ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 1 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเองเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้และความถูกต้องของแผนและบันทึกข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วนำมาแก้ไขก่อนนำมาใช้จริง พบว่า การดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต้องใช้เวลามาก ดังนั้นควรให้นักเรียนเขียนอ่านและทำความเข้าใจบทปฏิบัติการมาก่อนล่วงหน้าแล้วสรุปสิ่งที่อ่านลงในแผนผังรูปตัววี

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้มาปรับปรุงแก้ไขและจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 2 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

2.2 ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ได้แก่ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หนังสือและคู่มือครูรายวิชาชีววิทยา

2.3 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรและกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบประสาทในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 วิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด						
		1.ความรู้ความจำ	2.ความเข้าใจ	3.การนำไปใช้	4.การคิดวิเคราะห์	5.การสังเคราะห์	6.การประเมินค่า	รวมจำนวนข้อ
1. สืบค้นข้อมูลทดลอง อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการทำงานของระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก	1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และเปรียบเทียบวิธีการรับรู้และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์บางชนิด	1	1	1	-	-	-	3
	2. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และจำแนกส่วนประกอบ และหน้าที่ของเซลล์ประสาท	1	1	-	1	-	-	3
	3. สืบค้นข้อมูล อธิบาย การทำงานของเซลล์ประสาท	1	1	1	1	1	1	6

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด						
		1.ความรู้ความจำ	2.ความเข้าใจ	3.การนำไปใช้	4.การคิดวิเคราะห์	5.การสังเคราะห์	6.การประเมินค่า	รวมจำนวนข้อ
1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับการทำงานของระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก	4. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และอภิปรายโครงสร้างและหน้าที่ของสมองและไขสันหลัง	1	1	1	2	-	1	6
	5. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาทโซมาติกและระบบประสาทอัตโนวัติ	1	1	1	2	-	1	6
	6. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและอธิบายโครงสร้างและการทำงานของอวัยวะรับความรู้สึก	1	2	1	1	-	1	6

2.4 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยให้เลือกซึ่งเรียกว่า ตัวเลือก (alternative) มีทั้งตัวลวงและตัวถูก จำนวน 4 ตัวเลือก

2.5 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งหมดจำนวน 30 ข้อ แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้ กับผลการเรียนรู้ กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ของข้อคำถามในแต่ละข้อรวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านเนื้อหา ตรวจสอบในประเด็นต่อไปนี้ คือ การสื่อความหมายของข้อคำถาม ความเหมาะสมของข้อคำถามกับระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยประเมินความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence: IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับผลการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุผลการเรียนรู้ที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับผลการเรียนรู้ที่ต้องการวัด

-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับผลการเรียนรู้ที่ต้องการวัด

2.7 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยแล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ .50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องแต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ

2.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียนเรื่องระบบประสาทมาแล้วที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 คน คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 1 จากนั้นปรับปรุงแก้ไขแล้วนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 1

2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจสอบให้คะแนนแล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543) โดยใช้การแบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำด้วยเทคนิค 27% จากตาราง วิเคราะห์ข้อสอบของ จุงเตห์ ฟาน (อรนุช ศรีสะอาด, 2546) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543) ซึ่งพบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบประสาท มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกผ่านเกณฑ์ 36 ข้อ และคัดมาใช้จำนวน 30 ข้อ โดยมีค่าความยาก

ง่ายตั้งแต่ 0.25 - 0.75 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25 – 0.75 ซึ่งคลอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้

2.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้คัดเลือกไว้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบโดยใช้วิธีของ Kuder-Richardson จากสูตร KR 20 (พรรณี ลีกิจวัฒน, 2556) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 0.73

2.12 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาท จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.2 วิเคราะห์และกำหนดสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรและกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในแต่ละจุดประสงค์การเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (multiple choice) 4 ตัวเลือกโดยแบบทดสอบประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ตัวคำถามหรือโจทย์ (stem) อาจเป็นรูปของคำถามหรือเติมความก็ได้ และส่วนของคำตอบเรียนรู้ ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 วิเคราะห์ข้อสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ผลการเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	จำนวนข้อ
1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการทำงานของระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก	1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	1
	2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	1
	3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	1
	4. ทักษะการทดลอง	1
	5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	1

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้ กับผลการเรียนรู้ กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ต้องการวัด ความถูกต้องชัดเจนของข้อคำถาม

ในแต่ละข้อรวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข ในประเด็นดังนี้ คือ ให้ลดข้อคำถามในประเด็นที่ไม่เกี่ยวข้องออก

3.4 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านเนื้อหา ตรวจสอบในประเด็นต่อไปนี้ คือ การสื่อความหมายของข้อคำถาม ความเหมาะสมของข้อคำถามกับระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัดโดยประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับผลการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุผลการเรียนรู้ที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับผลการเรียนรู้ที่ต้องการวัด

-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับผลการเรียนรู้ที่ต้องการวัด

3.5 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยแล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องแต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ ซึ่งผู้วิจัยพบว่าแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 ทุกข้อ

3.6 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียนเรื่องระบบประสาทมาแล้วที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 คนจากนั้นปรับปรุงแก้ไขแล้วนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

3.7 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมาตรวจสอบให้คะแนนแล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543) โดยใช้การแบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำด้วยเทคนิค 27% จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ จุงเตห์ ฟาน (อรนุช ศรีสะอาด, 2546) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543) ทั้งนี้พบว่าแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ผ่านเกณฑ์จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.23 – 0.69 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.24 – 0.62 ซึ่งคลอบคลุมทุกจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

3.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบโดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟา (α Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (พรรณี ลีกิจวัฒนะ, 2556) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เท่ากับ 0.83

3.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้

2. ดำเนินการสอนตามแผนการการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาท ใช้เวลาสอน 15 ชั่วโมงโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง

3. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างและนักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

4. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติโดยใช้สถิติ ANCOVA (ทดสอบสมมติฐานข้อ 1)

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติโดยใช้สถิติ ANCOVA (ทดสอบสมมติฐานข้อ 2)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน ($\overline{\mathrm{X}}$) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543)

$$\overline{\mathrm{X}} = \frac{\sum \mathrm{X}}{\mathrm{N}}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543) คือ

$$S = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง

$(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชา

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยใช้สูตร P_E ของวิทนีย์ และซาเบอร์ส (Whitney andSabers) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

2.2.1 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2NX_{min})}{2N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ P_E แทน ดัชนีค่าความยาก

S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

X_{max} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

X_{min} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.2.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนก

S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

X_{max} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

	X_{min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.3 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) คำนวณได้จากสูตร (พรรณี ลีกิจวัฒนะ, 2556)

$$r_{KR-20} = \left[\frac{k}{k-1}\right]\left[1 - \frac{\sum pq}{s^2}\right]$$

เมื่อ	r_{KR-20}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ 1 - p
	S^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.4 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบัค (Cronbuch) (พรรณี ลีกิจวัฒนะ, 2556)

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right\}$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อ
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

3. **สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน**

ใช้สถิติ ANCOVA (Analysis of Covariance) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เพื่อควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน ในการทดสอบสมมติฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่องระบบประสาท ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมสำเร็จรูป

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่องระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ The Pretest-Posttest Control Group Design ได้ผลการวิจัยดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกันดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ศึกษา
$\overline{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน F-Distribution
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
SS	แทน	ผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (Sum of squares)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง
df	แทน	ระดับชั้นแห่งความอิสระ
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ .05

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ประเด็น คือ

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนกาทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ได้ผลดังตารางที่ 4-1 และ 4-2

ตารางที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

กลุ่ม	n	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
		$\overline{X}$	*SD*	$\overline{X}$	*SD*
ทดลอง	42	9.93	3.32	17.48	4.35
ควบคุม	41	8.46	2.03	12.98	3.06

จากตารางที่ 4-1 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยดังนี้ คือ ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของกลุ่มทดลองเท่ากับ 9.93 ($\overline{X}$ = 9.93, *SD* = 3.32) หลังเรียนเท่ากับ 17.48 ($\overline{X}$ = 17.48, *SD* = 4.35) และค่าเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม เท่ากับ 8.46 ($\overline{X}$ = 8.46, *SD* = 2.03) หลังเรียน เท่ากับ 12.98 ($\overline{X}$ = 12.98, *SD* = 3.32)

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติโดยใช้สถิติ ANCOVA

แหล่งความแปรปรวน	SS	*df*	MS	F	*p*
ตัวแปรร่วม (คะแนนสอบก่อนเรียน)	102.356	1	102.356	7.805	.007
วิธีสอน	294.681	1	294.681	22.471*	.000
รวม	20882.000	83			

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-2 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัวสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F = 22.471, p = .000) โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.48 ($\overline{X}$ = 17.48, *SD* = 4.35) สูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.98 ($\overline{X}$ = 12.98, *SD* = 3.32) จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

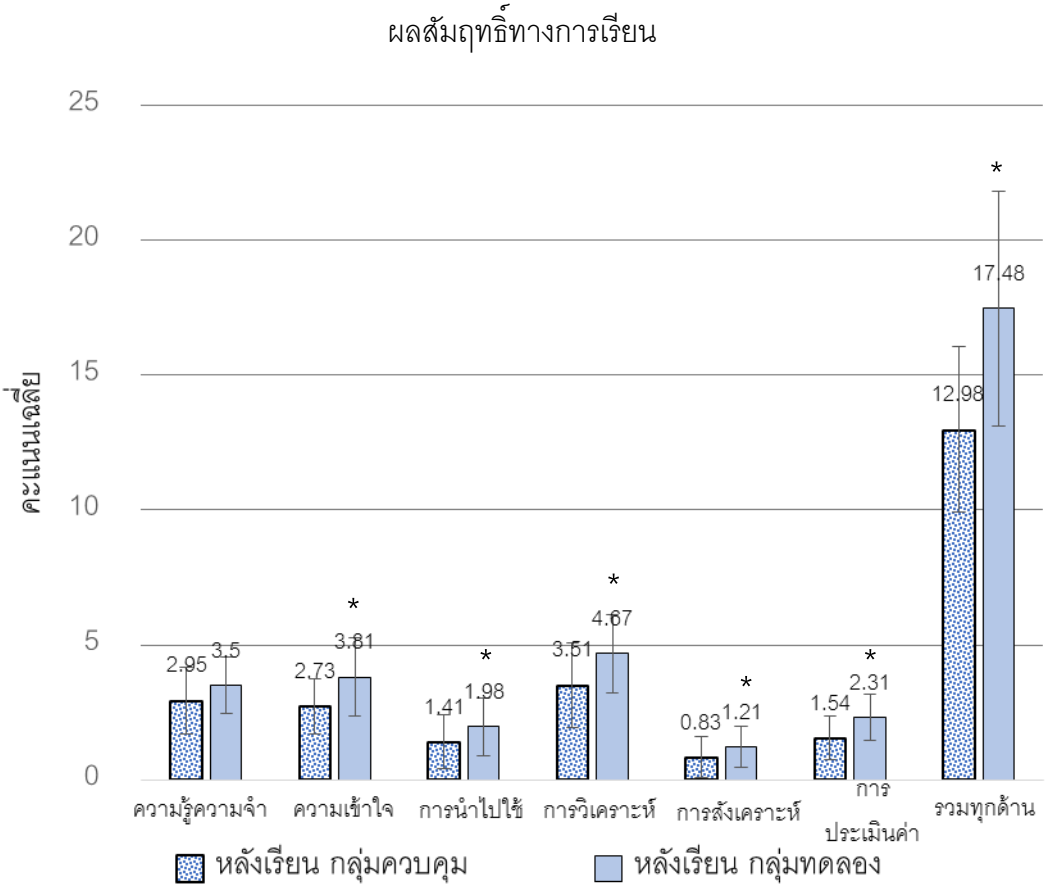
ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายด้าน ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่าของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม)	กลุ่มควบคุม				กลุ่มทดลอง				ผลการทดสอบทางสถิติ		สรุปผล
	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ก่อนเรียน		หลังเรียน				
	$\overline{X}$	*SD*	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	*SD*	F	*P*	
ความรู้ความจำ (6)	1.37	0.83	2.95	1.24	1.76	1.08	3.5	1.06	3.474	.066	กลุ่มทดลองไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม
ความเข้าใจ (7)	2.17	1.34	2.73	1.03	2.21	1.28	3.81	1.45	15.712*	.000	กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคม
การนำไปใช้ (4)	1.1	0.92	1.41	1.02	1.38	0.82	1.98	1.07	5.083*	.027	กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคม
การวิเคราะห์ (8)	2.17	1.26	3.51	1.57	2.57	1.31	4.67	1.43	10.426*	.002	กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคม
กาสังเคราะห์ (2)	0.39	0.59	0.83	0.77	0.57	0.59	1.21	0.75	4.081*	.047	กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคม
การประเมินค่า (3)	1.27	0.74	1.54	0.81	1.43	0.83	2.31	0.84	17.012*	.000	กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคม
รวมทุกด้าน (30)	8.46	2.03	12.98	3.06	9.93	3.32	17.48	4.35	22.471*	.000	กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคม

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-3 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่าของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยด้านต่าง ๆ ตามลำดับดังนี้ คือ ค่าเฉลี่ยด้านความเข้าใจก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง เท่ากับ 2.21 ($\overline{X}$ = 2.21, *SD* = 1.28) หลังเรียนเท่ากับ 3.81 ($\overline{X}$ = 3.81, *SD* = 1.45) และค่าเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 2.17 ($\overline{X}$ = 2.17, *SD* = 1.34) หลังเรียนเท่ากับ 2.73 ($\overline{X}$ = 2.73, *SD* = 1.03) ค่าเฉลี่ยด้านการนำไปใช้ก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง เท่ากับ 1.38 ($\overline{X}$ = 1.38, *SD* = 0.82) หลังเรียนเท่ากับ 1.98 ($\overline{X}$ = 1.98, *SD* = 1.07) และค่าเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 1.10 ($\overline{X}$ = 1.10, *SD* = 0.92) หลังเรียนเท่ากับ 1.41 ($\overline{X}$ = 1.41, *SD* = 1.02) ค่าเฉลี่ยด้านการวิเคราะห์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองเท่ากับ 2.57 ($\overline{X}$ = 2.57, *SD* = 1.31) หลังเรียนเท่ากับ 4.67 ($\overline{X}$ = 4.67, *SD* = 1.43) และค่าเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 2.17 ($\overline{X}$ = 2.17, *SD* = 1.26) หลังเรียนเท่ากับ 3.51 ($\overline{X}$ = 3.51, *SD* = 1.57) ค่าเฉลี่ยด้านการสังเคราะห์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองเท่ากับ 0.57 ($\overline{X}$ = 0.57, SD = 0.59) หลังเรียนเท่ากับ 1.21 ($\overline{X}$ = 1.21, *SD* = 0.75) และค่าเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 0.39 ($\overline{X}$ = 0.39, *SD* = 0.59) หลังเรียนเท่ากับ 0.83 ($\overline{X}$ = 0.83, *SD* = 0.77) และค่าเฉลี่ยด้านการประเมินค่าก่อนเรียนของกลุ่มทดลองเท่ากับ 1.43 ($\overline{X}$ = 1.43, *SD* = 0.83) หลังเรียนเท่ากับ 2.31 ($\overline{X}$ = 2.31, *SD* = 0.84) และค่าเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 1.27 ($\overline{X}$ = 1.27, *SD* =0.74) หลังเรียนเท่ากับ 1.54 ($\overline{X}$ = 1.54, *SD* = 0.81)

แต่อย่างไรก็ตาม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยดังนี้ คือ ค่าเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง เท่ากับ 1.76 ($\overline{X}$ = 1.76, *SD* = 1.08) หลังเรียนเท่ากับ 3.5 ($\overline{X}$ = 3.5, *SD* = 1.06) และค่าเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม เท่ากับ 1.37 ($\overline{X}$ = 1.37, *SD* = 0.83) หลังเรียนเท่ากับ 2.95 ($\overline{X}$ = 2.95, *SD* = 1.24) ดังแสดงต่อไปนี้ในภาพที่ 4-1



* $p < .05$

ภาพที่ 4-1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนกาทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติโดยใช้สถิติ ANCOVA (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

กลุ่ม	n	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
		$\overline{X}$	*SD*	$\overline{X}$	*SD*
ทดลอง	42	3.43	2.15	7.64	2.88
ควบคุม	41	3.02	1.78	5.68	2.36

จากตารางที่ 4-4 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี มีค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยดังนี้ คือ ค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียนของกลุ่มทดลองเท่ากับ 3.43 ($\overline{X}$ = 3.43, *SD* = 2.15) หลังเรียนเท่ากับ 7.64 ($\overline{X}$ = 7.64, *SD* = 2.88) และค่าเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม เท่ากับ 3.02 ($\overline{X}$ = 3.02, SD = 1.78) หลังเรียน เท่ากับ 5.68 ($\overline{X}$ = 5.68, *SD* = 5.68)

ตารางที่ 4-5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติโดยใช้สถิติ ANCOVA

แหล่งความแปรปรวน	SS	*df*	MS	F	*p*
ตัวแปรร่วม (คะแนนสอบก่อนเรียน)	270.214	1	270.214	75.337	.000
วิธีสอน	54.992	1	54.992	15.312*	.000
รวม	4312.000	83			

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-5 แสดงให้เห็นว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F = 15.312, p = .000) โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.64 ($\overline{X}$ = 7.64, *SD* = 2.88) สูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

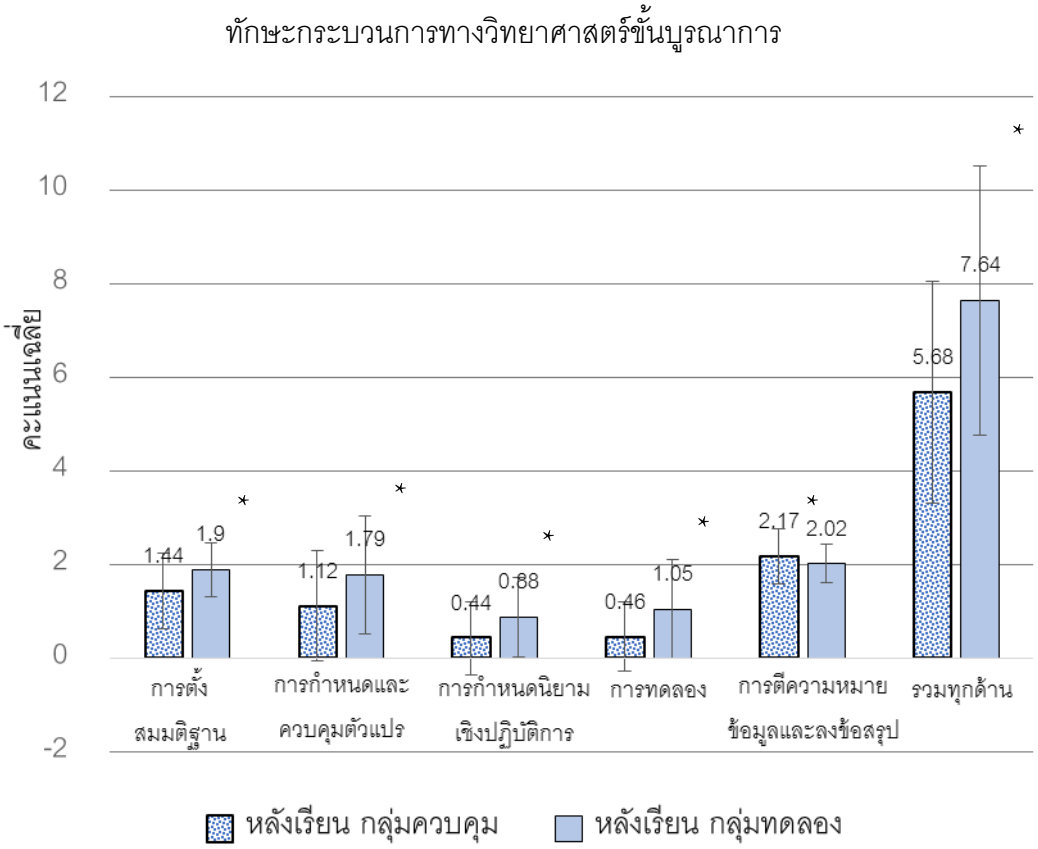
ตารางที่ 4-6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปรการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA (คะแนนเต็ม 15 คะแนน ทักษะละ 3 คะแนน)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	กลุ่มควบคุม				กลุ่มทดลอง				ผลการทดสอบทางสถิติ		สรุปผล
	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ก่อนเรียน		หลังเรียน				
	$\overline{X}$	*SD*	$\overline{X}$	*SD*	$\overline{X}$	*SD*	$\overline{X}$	*SD*	F	*p*	
การตั้งสมมติฐาน	0.8	0.84	1.44	0.8	0.79	0.78	1.9	0.58	10.912*	.001	กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม
การกำหนดและควบคุมตัวแปร	0.37	0.66	1.12	1.17	0.4	0.63	1.79	1.26	7.570*	.007	กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	0.17	0.38	0.44	0.78	0.31	0.47	0.88	0.86	4.052*	.047	กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม
การทดลอง	0.27	0.63	0.46	0.74	0.29	0.6	1.05	1.06	12.278*	.001	กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม
การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	1.41	0.77	2.17	0.59	1.64	0.66	2.02	0.41	4.396*	.039	กลุ่มทดลองสูงต่ำกลุ่มควบคุม
รวมทุกด้าน	3.02	1.78	5.68	2.36	3.43	2.15	7.64	2.88	15.312*	.000	กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคม

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-6 เมื่อพิจารณารายทักษะพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีสูงว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 ทักษะ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และการทดลอง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของทักษะต่าง ๆ ตามลำดับดังนี้ คือ ค่าเฉลี่ยทักษะการตั้งสมมติฐานก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง เท่ากับ 0.79 ($\overline{X}$ = 0.79, *SD* = 0.78) หลังเรียนเท่ากับ 1.9 ($\overline{X}$ = 1.9, *SD* = 0.58) และค่าเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 0.8 ($\overline{X}$ = 0.8, *SD* = 0.84) หลังเรียนเท่ากับ 1.44 ($\overline{X}$ = 1.44, *SD* = 0.8) ค่าเฉลี่ยทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรก่อนเรียนของกลุ่มทดลองเท่ากับ 0.4 ($\overline{X}$ = 0.4, *SD* = 0.63) หลังเรียนเท่ากับ 1.79 ($\overline{X}$ = 1.79, *SD* = 1.26) และค่าเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 0.37 ($\overline{X}$ = 0.37, *SD* = 0.66) หลังเรียนเท่ากับ 1.12 ($\overline{X}$ = 1.12, *SD* = 1.17) ค่าเฉลี่ยทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการก่อนเรียนของกลุ่มทดลองเท่ากับ 0.31 ($\overline{X}$ = 0.31, *SD* = 0.47) หลังเรียนเท่ากับ 0.88 ($\overline{X}$ = 0.88, *SD* = 0.86) และค่าเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 0.17 ($\overline{X}$ = 0.17, *SD* = 0.38) หลังเรียนเท่ากับ 0.44 ($\overline{X}$ = 0.44, *SD* = 0.78) ค่าเฉลี่ยทักษะการทดลองก่อนเรียนของกลุ่มทดลองเท่ากับ 0.29 ($\overline{X}$ = 0.29, *SD* = 0.6) หลังเรียนเท่ากับ 1.05 ($\overline{X}$ = 1.05, *SD* = 1.06) และค่าเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 0.39 ($\overline{X}$ = 0.39, *SD* = 0.59) หลังเรียนเท่ากับ 0.83 ($\overline{X}$ = 0.83, *SD* = 0.77)

อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีต่ำกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มทดลองเท่ากับ 1.64 ($\overline{X}$ = 1.64, *SD* = 0.66) หลังเรียนเท่ากับ 2.02 ($\overline{X}$ = 2.02, *SD* = 0.41) และค่าเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 1.41 ($\overline{X}$ = 1.41, *SD* = 0.77) หลังเรียนเท่ากับ 2.17 ($\overline{X}$ = 2.17, *SD* = 0.59) ดังแสดงต่อไปนี้ในภาพที่ 4-2



* $p < .05$

ภาพที่ 4-2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่องระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่องระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่นักเรียนโครงการส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (SMA) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 83 คน ได้แก่ กลุ่มทดลอง ห้อง 2 จำนวน 42 คน และกลุ่มควบคุม ห้อง 4 จำนวน 41 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องระบบประสาท สำหรับกลุ่มทดลอง แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องระบบประสาทสำหรับกลุ่มควบคุม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่องระบบประสาท ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จำนวน 5 ข้อ ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ The Pretest-Posttest Control Group Design เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ ANCOVA

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ทักษะกระบวนกาทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่องระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 4 สามารถสรุปผลการวิจัยและมีประเด็นอภิปรายดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเนื่องจาก การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้นเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม จดจ่อกับสิ่งที่จะเรียน ว่ามีอะไรบ้างที่รู้แล้ว และสงสัยอยากรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้นอีก เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ การที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมสำรวจตรวจสอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ เช่น กิจกรรมการสังเกต การทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูล ประจักษ์พยานต่าง ๆ ที่รวบรวมได้ แล้วร่วมกันวิเคราะห์ หาความสัมพันธ์ของข้อมูล แปลความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป จากนั้นนำมาสร้างคำอธิบายที่สอดคล้องกับข้อมูลนั้นด้วยตนเอง (ทิศนา แขมมณี, 2557) เกิดเป็นแนวความคิดหลักวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องสมบูรณ์ เป็นการฝึกให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถการแก้ปัญหาและทำให้เกิดวงจรการเรียนรู้ใหม่ (กุณฑรี เพ็ชรทวีพรเดช, 2550) ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้ตลอดเวลา นักเรียนมีโอกาสฝึกความคิด ฝึกการกระทำทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความรู้ที่คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ (ภพ เลาหไพบูลย์, 2542) นอกจากนี้การใช้แผนผังรูปตัววีช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจระหว่างกิจกรรมการทดลองกับเนื้อหาวิชาได้ดีขึ้น (ทิศนา เขมมณี, 2557) ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้แนวคิดต่าง ๆ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ ได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ผังมโนมติรูปตัววี ทำให้ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(ชุมพล ชารีแสน, 2555) และสอดคล้องกับการวิจัยที่พบว่าการสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (อุษา สุขสวัสดิ์, 2556; ทัสริน สมนวนตาด, 2554; นิพัทธา ชัยกิจ, 2551; อรพินท์ ชื่นชอบ, 2549) จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบประสาทของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ดีกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองซึ่งจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เท่ากับ 17.52 ($\overline{X}$ = 17.52, *SD* = 3.61) และกลุ่มควบคุมซึ่งจัดการเรียนรู้แบบปกติมีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เท่ากับ 12.56 ($\overline{X}$ = 12.56, *SD* = 3.17)

เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่าของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่อย่างไรก็ตาม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางด้านความรู้ความจำเป็นความสามารถในการระลึกถึงเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มา ทั้งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีใบความรู้และแบบฝึกหัดฉบับเดียวกันให้นักเรียนได้ค้นคว้า ส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และจดจำเนื้อหาวิชาได้ไม่แตกต่างกัน แต่ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านที่ต้องใช้กระบวนความคิดขั้นสูงขึ้น ได้แก่ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่าได้สูงกว่าการการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งเป็นความสามารถในการแปลความ ตีความและขยายความได้ สามารถที่จะนำเอาความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ได้เรียนรู้มาไปแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ หรือสถานการณ์ใหม่ที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อนแต่อาจใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกับเรื่องที่เคยพบเห็นมาก่อน สามารถแยกแยะสิ่งต่าง ๆ เป็นส่วนย่อย ๆ ให้ได้ เป็นการนำสิ่งต่าง ๆ หรือหน่วยต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไปเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน เพื่อเป็นสิ่งใหม่ เรื่องใหม่ที่มีคุณลักษณะบางอย่างแปลกไปจากส่วนประกอบย่อยเดิม สามารถตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของเนื้อหาและวิธีการต่าง ๆ (ภพ เลาหไพบูลย์, 2542) เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้น ครูจะมีการสร้างความสนใจให้นักเรียนด้วยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิด อยากที่จะเรียนรู้ ค้นคว้าสิ่งที่สงสัยโดยการค้นพบด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ดี มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างสถานการณ์ให้ท้าทายความคิดและการกระทำของนักเรียนต้องใช้กระบวนการคิดขั้นสูงต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง ได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อแก้ปัญหา และ

เน้นการเรียนรู้กระบวนการมากกว่าการเรียนรู้เนื้อหา ในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะมีการโต้ตอบกันระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียนอย่างสร้างสรรค์และสมเหตุสมผล นอกจากนี้ผู้วิจัยสังเกตพบว่า บรรยากาศการเรียนรู้ในห้องเรียน ที่มีความตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เกิดอิสระทางความคิด ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการคิดแบบสร้างสรรค์

2. ทักษะกระบวนกาทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มุ่งเน้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาตามประสบการณ์และการพัฒนาของสมอง การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นโดยผ่านกระบวนการคิดและการค้นหาความรู้ตามวิธีการและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนต้องมีบทบาทตรงของเป็นผู้ค้นหาความรู้ (active learning) นักเรียนจะถูกกระตุ้นให้รู้จักคิดวิเคราะห์ทุกขั้นตอน ให้ใช้ภาคปฏิบัติเป็นตัวนำในการสร้างสถานการณ์การเรียนโดยเฉพาะในขั้นตอนของการสำรวจและค้นหานักเรียนจะต้องใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ ฝึกฝนการปฏิบัติ จนเกิดเป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สสวท. 2555) จากกการวิจัยครั้งนี้พบว่า ในขณะที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมการทดลองต่าง ๆ ในชั้นเรียน นักเรียนสามารถเขียนสมมติฐานที่บอกความสัมพันธ์ของตัวแปรในการทดลองได้ดีขึ้น นักเรียนสามารถระบุตัวแปรได้ถูกต้องมากขึ้น ในส่วนของการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการยังเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนยังขาดความเข้าใจ แต่หลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้นั้นทำให้นักเรียนเข้าใจและเขียนได้ถูกต้องมากขึ้น ทักษะการทดลอง พบว่านักเรียนสามารถออกแบบการทดลองโดยกำหนดชุดการทดลองต่าง ๆ ได้ มีการวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง มีการจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองอย่างเป็นระบบลงในแผนผังรูปตัววี และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป นักเรียนสามารถสรุปให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา ภายในขอบเขตของการทดลองนั้น ๆ แต่ยังขาดการบรรยายให้เห็นลักษณะของข้อมูล ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (พรรัตน์ กิ่งมะลิ, 2552; สัญญารัก ปรางทอง, 2539) นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่าการใช้แผนผังรูปตัววี มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีการบันทึกข้อมูล ขณะทำการทดลองอย่างเป็นระบบ และเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจบทปฏิบัติการมาก่อนเรียน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีเวลาในการฝึกปฏิบัติได้มากขึ้น ทำให้เกิด

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกสีเขียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการสอนโดยใช้ผังมโนมติรูปตัววีกับการสอนปกติ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนมติรูปตัววีสูงกว่านักเรียนที่สอนปกติ (มงคล เสนามลตรี, 2542) จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่องระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ดีว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองซึ่งจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 7.57 ($\overline{X}$ = 7.57, *SD* = 2.92) และกลุ่มควบคุมซึ่งจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน เท่ากับ 5.63 ($\overline{X}$ = 5.63, *SD* = 2.41)

เมื่อพิจารณารายทักษะ พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีสูงว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 ทักษะ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และการทดลอง อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ทั้งนี้อาจเนื่องจากทักษะการตีความหมายของข้อมูล เป็นการแปรความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบปกติเป็นการเรียนการเรียนรู้ที่เน้นการบรรยายประกอบการใช้คำถามอธิบาย อภิปรายเนื้อหาสาระหรือสิ่งที่ต้องการสอนให้แก่ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีการสรุปประเด็นสำคัญต่าง ๆ ของเนื้อหาได้ดี ซึ่งจะนักเรียนสามารถใช้ในการอธิบาย ตีความหมายของข้อมูลต่าง ๆ ได้ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่องผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนเพลิดเพลินกับกิจกรรมการเรียนรู้ และใช้เวลาในการเรียนจัดกิจกรรมค่อนข้างมาก ดังนั้นครูจะต้องควบคุมเวลา และปรับจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้เหมะสมกับเวลา

1.2 การใช้แผนผังรูปตัววีควรให้นักเรียนเขียนแผนผังมาก่อนเรียน เพื่อเป็นการเตรียมพร้อมกับกิจกรรมในแต่ละคาบเรียน

1.3 ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจความหมายและแนวคิดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ ดังนั้นจึงควรให้นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายและแนวคิดของทักษะกระบวนการต่าง ๆ ที่ต้องการพัฒนาจึงจะสามารถพัฒนาให้เกิดทักษะที่ถูกต้องและรวดเร็ว

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ในการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่องอื่น ๆ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เนื่องจากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ

2.2 ควรมีนำแผนผังรูปตัววีไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้นักเรียนช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรการกับวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เช่น เคมี ฟิสิกส์ เป็นต้น ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามรถเชื่อมโยงระหว่างการทำกิจกรรมกับแนวคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น

บรรณานุกรม

กุณฑรี เพ็ชรทวีพรเดช, ธาริดา สริยาภรณ์, สุริยา บังใบ, และสุคนธ์ สินธพานนท์. (2550). *สุดยอดวิธีสอนวิทยาศาสตร์ นำไปสู่...การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่.* กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

โครงการ PISA ประเทศไทยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่านและวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร.* สมุทรปราการ: แอดวานซ์ พริ้นติ้ง เซอร์วิซ.

ชนาธิป พรกุล. (2557). *การสอนกระบวนการคิด : ทฤษฎีและการนำไปใช้.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชุมพล ชารีแสน. (2555). *ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ผังมโนมติรูปตัววี.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชุติมา ทองสุข. (2547*). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง.* สารนิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา), คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ณัฏติยาภรณ์ หยกอุบล. (2555). *สอนให้คิดด้วยจิตวิทยาศาสตร์.* นนทบุรี: บุ๊ค พอยต์.

นันทวัน นันทวนิช. (2557). การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015. *สสวท., 42*(186), 40-43.

บุญชม ศรีสะอาด. (2537*). การพัฒนาการสอน.* กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ประภาพร สุรินทร์. (2554). ผลการใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาล 1 ทรงพลวิทยา จังหวัดราชบุรี. *วารสารศึกษาศาสตร์*, *4*(2), 22-28.

ทิศนา แขมมณี. (2557). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 18). กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.

พรรณี ลีกิจวัฒนะ. (2556). *วิธีการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พรรัตน์ กิ่งมะลิ. (2552). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืช โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2.* วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2548). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: เฮ้า ออฟ เคอร์มิสท์.

วราภรณ์ สีดำนิล. (2550). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม.* วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2544). *การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

มงคล เสนามลตรี. (2542). *การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์เรื่องโลกสีเขียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการสอนโดยใช้ผังมโนมติรูปตัววีกับการสอนปกติ.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555). *ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ แนวทางสู่การสอนที่มีประสิทธิผล.* กรุงเทพฯ: อินเตอร์เอ็ดดูเคชั่น ซัพพลายส์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2551). *36 ปีสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมบูรณ์ สุริยวงศ์, สมจิตรา เรืองศรี และเพ็ญศรี เศรษฐวงศ์. (2554). *ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา.* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

สัญญารัก ปรางทอง. (2539). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยจัดกิจกรรมแบบแนะแนวทางและไม่แนะแนวทาง.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์,คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง)*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง. (2547). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองโดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์.* สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อรพินท์ ชื่นชอบ. (2549). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

อัญชลี ศรีนาคา. (2539). *ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสุรนารีวิทยา 2 จังหวัดนครราชสีมา.* ปริญญาศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อารีย์ วชิรวราการ. (2542). *การวัดการประเมินผลการเรียน.* ม.ป.ท.

อุษา สุขสวัสดิ์. (2556). *ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุกรรม ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสมผสานการจัดการเรียนรู้แบบสตอรีไลน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

Demircioglua, T., & Ucarb, S. (2015). *Investigating the Effect of Argument-Driven Inquiry in Laboratory Instruction*. Educational Sciences: Theory & Practice. *15*(1), 267-283.

Lin, J. L., Cheng M, F., Chang, Y. C., Li, H. W., Chang, J. Y.,& Lin, D. M. (2014). *Learning Activities That Combine Science Magic Activities with the 5E Instructional Model to Influence Secondary-School Students' Attitudes to Science*. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 10*(5), 415-426

Orhan Ercan. (2014). *Effect of 5E Learning Cycle and V Diagram Use in General Chemistry Laboratories on Science Teacher Candidates' Attitudes*, Anxiety and Achievement. *International J. Soc. Sci. & Education, 1*(5), 161-175

Sevra, D.,& Guvenb, M. (2014). *Effect of Inquiry-based Learning Approach on Student Resistance in a Science and Technology Course.* Educational Sciences: Theory & Practice. *14*(4), 1601-1605

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพเก้า ณ พัทลุง	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศลักษณ์ ทองขาว	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
3. ดร.พิศเรศ คุ่ยต่วน	อาจารย์ประจำภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
4. ดร.ดาร์เนีย เจ๊ะหะ	อาจารย์ประจำคณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์
5. นางไวยุด๊ะ เหตุเหล๊าะ	ครูชำนาญการ โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ภาคผนวก ข

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี จำนวน 5 แผน
- การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 5 แผน
- การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาทกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด จำนวน 30 ข้อ
- การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด จำนวน 5 ข้อ
- การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาท จำนวน 30 ข้อ
- การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการ จำนวน 5 ข้อ

การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี

ตารางภาคผนวก ข-1 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี แผนที่ 1 เรื่อง การรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตและเซลล์ประสาท

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	$\overline{X}$	*SD*	การแปลความหมาย
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	5	4	5	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5	4	4	5	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	5	4	4	5	5	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	4	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาในการจัดการเรียนรู้	5	4	4	5	5	22	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	$\overline{X}$	*SD*	การแปลความหมาย
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	5	5	4	5	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และกระบวนการจัดการเรียนรู้	5	4	4	5	5	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
9. การวัดและประเมินผลระบุเครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	5	5	4	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
10. การวัดและประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
รวม	50	48	40	45	50	233	4.66	0.48	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-2 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี แผนที่ 2 เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	$\overline{X}$	*SD*	การแปลความหมาย
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	5	4	5	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5	5	4	5	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	5	5	4	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	4	4	5	5	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาในการจัดการเรียนรู้	5	5	4	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	$\overline{X}$	*SD*	การแปลความหมาย
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	5	5	4	5	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และกระบวนการจัดการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
9. การวัดและประเมินผลระบุเครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	5	4	4	5	5	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
10. การวัดและประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	5	5	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
รวม	50	47	40	48	50	235	4.7	0.46	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-3 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี แผนที่ 3 เรื่อง ศูนย์ควบคุมระบบประสาท

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	$\overline{X}$	*SD*	การแปลความหมาย
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	4	4	5	5	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5	4	4	5	5	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	5	4	4	5	5	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	4	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาในการจัดการเรียนรู้	5	4	4	5	5	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	$\overline{X}$	*SD*	การแปลความหมาย
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	5	4	4	5	5	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และกระบวนการจัดการเรียนรู้	5	4	4	5	5	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
9. การวัดและประเมินผลระบุเครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	5	5	4	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
10. การวัดและประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
รวม	50	44	40	47	50	231	4.62	0.49	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-4 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี แผนที่ 4 เรื่อง การทำงานของระบบประสาท

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	$\overline{X}$	*SD*	การแปลความหมาย
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5	5	5	4	4	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาในการจัดการเรียนรู้	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางผนวก ข-4 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	$\overline{X}$	*SD*	การแปลความหมาย
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และกระบวนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
9. การวัดและประเมินผลระบุเครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	5	5	5	4	4	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
10. การวัดและประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
รวม	50	50	50	40	47	237	4.74	0.44	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-5 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี แผนที่ 5 เรื่อง อวัยวะรับความรู้สึก

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	$\overline{X}$	*SD*	การแปลความหมาย
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	5	4	4	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาในการจัดการเรียนรู้	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-5 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	$\overline{X}$	*SD*	การแปลความหมาย
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และกระบวนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
9. การวัดและประเมินผลระบุเครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	5	5	5	4	4	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
10. การวัดและประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
รวม	50	50	50	40	47	237	4.74	0.44	เหมาะสมมากที่สุด

การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตารางภาคผนวก ข-6 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
แผนที่ 1 เรื่อง การรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตและเซลล์ประสาท

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	$\overline{X}$	*SD*	การแปลความหมาย
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	5	4	5	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5	5	4	5	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	5	5	4	4	5	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	4	4	3	21	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
5. สาระการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาในการจัดการเรียนรู้	5	5	4	4	4	22	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	$\overline{X}$	*SD*	การแปลความหมาย
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	5	5	4	5	3	22	4.40	0.89	เหมาะสมมาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และกระบวนการจัดการเรียนรู้	5	5	4	5	3	22	4.40	0.89	เหมาะสมมาก
9. การวัดและประเมินผลระบุเครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
10. การวัดและประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
รวม	50	48	40	45	41	224	4.48	0.61	เหมาะสมมาก

ตารางภาคผนวก ข-7 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
แผนที่ 2 เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	$\overline{X}$	*SD*	การแปลความหมาย
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	5	4	5	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5	5	4	5	3	22	4.40	0.89	เหมาะสมมาก
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	5	5	4	5	3	22	4.40	0.89	เหมาะสมมาก
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	4	4	3	21	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
5. สาระการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาในการจัดการเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-7 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	$\overline{X}$	*SD*	การแปลความหมาย
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	5	5	4	5	3	22	4.40	0.89	เหมาะสมมาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และกระบวนการจัดการเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
9. การวัดและประเมินผลระบุเครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	5	4	4	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
10. การวัดและประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
รวม	50	48	40	47	37	222	4.44	0.64	เหมาะสมมาก

ตารางภาคผนวก ข-8 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
แผนที่ 3 เรื่อง ศูนย์ควบคุมระบบประสาท

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	$\overline{X}$	*SD*	การแปลความหมาย
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	5	4	5	4	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5	4	4	5	4	22	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	5	5	4	5	4	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	4	4	4	22	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
5. สาระการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาในการจัดการเรียนรู้	5	4	4	5	4	22	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	5	4	22	4.40	0.55	เหมาะสมมาก

ตารางภาคผนวก ข-8 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	$\overline{X}$	*SD*	การแปลความหมาย
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	5	5	4	5	4	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และกระบวนการจัดการเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
9. การวัดและประเมินผลระบุเครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
10. การวัดและประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
รวม	50	45	40	47	42	224	4.48	0.50	เหมาะสมมาก

ตารางภาคผนวก ข-9 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
แผนที่ 4 เรื่อง การทำงานของระบบประสาท

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	$\overline{X}$	*SD*	การแปลความหมาย
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	5	4	5	4	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5	4	4	5	4	22	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	5	4	4	5	4	22	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	4	4	3	21	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
5. สาระการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาในการจัดการเรียนรู้	5	4	4	5	4	22	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-9 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	$\overline{X}$	*SD*	การแปลความหมาย
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	5	5	4	5	3	22	4.40	0.89	เหมาะสมมาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และกระบวนการจัดการเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
9. การวัดและประเมินผลระบุเครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	5	4	4	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
10. การวัดและประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	4	4	21	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
รวม	50	45	40	47	38	220	4.4	0.57	เหมาะสมมาก

ตารางภาคผนวก ข-10 ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
แผนที่ 5 เรื่อง อวัยวะรับความรู้สึก

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	$\overline{X}$	*SD*	การแปลความหมาย
	1	2	3	4	5				
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	5	5	4	5	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	5	5	4	5	5	24	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
3. ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	5	5	4	5	4	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	4	4	3	21	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
5. สาระการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาในการจัดการเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
6. กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	3	22	4.40	0.89	เหมาะสมมาก

ตารางภาคผนวก ข-10 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	$\overline{X}$	*SD*	การแปลความหมาย
	1	2	3	4	5				
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	5	5	4	5	3	22	4.40	0.89	เหมาะสมมาก
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และกระบวนการจัดการเรียนรู้	5	5	4	5	4	23	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
9. การวัดและประเมินผลระบุเครื่องมือวัดไว้อย่างชัดเจน	5	5	4	4	4	22	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
10. การวัดและประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	4	22	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
รวม	50	50	40	47	39	226	4.52	0.61	เหมาะสมมากที่สุด

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาท กับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ตารางภาคผนวก ข-11 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบประสาทกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	IOC
	1	2	3	4	5		
1	1	1	1	1	1	5	1.00
2	1	1	1	1	1	5	1.00
3	1	1	1	1	1	5	1.00
4	1	1	1	1	1	5	1.00
5	1	1	1	1	1	3	1.00
6	1	1	1	1	1	5	1.00
7	1	1	1	1	1	5	1.00
8	1	1	1	1	1	5	1.00
9	1	1	1	1	1	5	1.00
10	1	1	1	1	1	5	1.00
11	1	1	1	1	1	5	1.00
12	1	1	1	1	1	5	1.00
13	1	1	1	1	1	5	1.00
14	1	1	1	1	1	5	1.00
15	1	1	1	1	1	5	1.00
16	1	1	1	1	1	5	1.00
17	1	1	1	1	1	5	1.00
18	1	1	1	1	1	5	1.00

ตารางภาคผนวก ข-11 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	IOC
	1	2	3	4	5		
19	1	1	1	1	1	5	1.00
20	1	1	1	1	1	5	1.00
21	1	1	1	1	1	5	1.00
22	1	1	1	1	1	5	1.00
23	1	1	1	1	1	5	1.00
24	1	1	1	1	1	5	1.00
25	1	1	1	1	1	5	1.00
26	1	1	1	1	1	5	1.00
27	1	1	1	1	1	5	1.00
28	1	1	1	1	1	5	1.00
29	1	1	1	1	1	5	1.00
30	1	1	1	1	1	5	1.00

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ตารางภาคผนวก ข-12 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	IOC
	1	2	3	4	5		
1	1	1	1	1	1	5	1.00
2	1	1	1	1	1	5	1.00
3	1	1	1	1	1	5	1.00
4	1	1	1	1	1	5	1.00
5	1	1	1	1	1	5	1.00

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาท

ตารางภาคผนวก ข-13 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาท

ข้อที่	p	r
1	0.500	0.250
2	0.313	0.375
3	0.500	0.750
4	0.313	0.375
5	0.313	0.375
6	0.688	0.250
7	0.500	0.250
8	0.250	0.500
9	0.438	0.375
10	0.438	0.375
11	0.438	0.375
12	0.750	0.250
13	0.625	0.750
14	0.375	0.250
15	0.438	0.625
16	0.250	0.250
17	0.438	0.625
18	0.536	0.625
19	0.500	0.750
20	0.250	0.250
21	0.250	0.500
22	0.313	0.250

ตารางภาคผนวก ข-13 (ต่อ)

ข้อที่	p	r
23	0.250	0.250
24	0.375	0.250
25	0.250	0.500
26	0.313	0.375
27	0.625	0.250
28	0.500	0.250
29	0.688	0.375
30	0.500	0.250

ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.73

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ตารางภาคผนวก ข-14 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ข้อที่	p	r
1	0.29	0.48
2	0.46	0.50
3	0.23	0.40
4	0.57	0.62
5	0.69	0.24

ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาท
- แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

รหัส-ชื่อรายวิชา ว 31244 ชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ระบบประสาท ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
แผนการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิต และเซลล์ประสาท เวลา 3 ชั่วโมง

---

1. **มาตรฐานการเรียนรู้**

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการทำงานของระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

2. **สาระสำคัญ**

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดสามารถรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ ความสามารถดังกล่าวมักเกี่ยวข้องกับระบบประสาทและต่อมไร้ท่อ สำหรับสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น พารามีเซียม การตอบสนองเกิดจากเส้นใยประสานงาน ส่วนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิดมีร่างแหประสาท สัตว์บางชนิดมีปมประสาท สัตว์บางชนิดมีปมประสาทและเส้นประสาท ขณะที่สัตว์มีกระดูกสันหลังมีสมองและไขสันหลัง

3. **สาระการเรียนรู้**

ระบบประสาท (nervous system) เป็นระบบควบคุมการทำงานของร่างกายสัตว์ ทำให้สัตว์สามารถดำรงชีวิตอยู่รอดในสิ่งแวดล้อมได้ ทั้งการหาอาหาร หนีศัตรู และการสืบพันธุ์ ระบบประสาทยังทำงานร่วมกับต่อมไร้ท่อเพื่อควบคุมการทำงานของร่างกายให้อยู่ในสภาพปกติ โดยการทำงานของระบบประสาทจะทำงานประสานกันของส่วนต่าง ๆ 3 ส่วนคือ 1. ส่วนที่ทำหน้าที่รับ

ความรู้สึกเข้า (sensory input) 2. ส่วนที่รวบรวมและประสานงาน (integration) 3. ส่วนที่ส่งความรู้สึกออก (motor output) ในสัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น มนุษย์ ส่วนที่รับความรู้สึกเข้า คือ เซลล์ประสาทรับความรู้สึกเข้า (sensory neuron) จะนำความรู้สึกจากหน่วยรับความรู้สึก (sensory receptor) ซึ่งรับจากสิ่งเร้าภายนอก เข้ามายังระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system, CNS) คือ สมอง (brain) และไขสันหลัง (spinal cord) ซึ่งเป็นตัวรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ ประสานงาน และสั่งการ ออกไปทาง motor output คือ เซลล์ประสาทนำคำสั่ง (motor neuron) ไปยังหน่วยตอบสนอง (effector) ซึ่งอาจเป็นเซลล์กล้ามเนื้อหรือต่อม ให้ตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ร่างกายได้รับให้เหมาะสมกับสถานการณ์ โดยมีเส้นประสาท (nerve) ทำหน้าที่ติดต่อระหว่างระบบประสาทส่วนกลางกับส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย คือ ระบบประสาทรอบนอก (peripheral nervous system, PNS)

การตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น พารามีเซียม (paramecium) สามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้แม้จะไม่มีเซลล์ประสาทแต่จะใช้เส้นใยประสานงาน (coordinating fiber) อยู่ที่โคนของ cilia ควบคุมการโบกพัดของ cilia เพื่อการเคลื่อนที่

การตอบสนองของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ระบบประสาทเริ่มจากเป็นร่างแหประสาท (nerve net) เช่นในพวกที่มีสมมาตรแบบรัศมีซึ่งไม่มีศูนย์กลางการควบคุม เช่นในพวกไฮดรา ต่อมาพบเป็นแบบวงประสาท (nerve ring) เป็นศูนย์กลางติดต่อกับร่างแหประสาททั่วร่างกาย เช่น ในดาวทะเล ในส่วนสัตว์ที่มีสมมาตรสองซีกจะเห็นแนวโน้มของวิวัฒนาการของระบบประสาทชัดเจน คือ เริ่มมีระบบประสาทส่วนกลาง มีปมประสาทใหญ่บริเวณหัว (cephalization) และมีสายประสาท (nerve cord) ยาวตลอดลำตัว มีระบบประสาทรอบนอกรับความรู้สึกเข้าจากหน่วยรับความรู้สึกและส่งออกไปยังหน่วยตอบสนอง หนอนตัวแบนนับเป็นสัตว์พวกแรกที่เริ่มมีระบบประสาทส่วนกลางชัดเจน โดยมีปมประสาทอยู่หัว และมี nerve cord ยาวตลอดลำตัว พวก annelids และ arthropods มีสมองชัดเจนมากขึ้น และมีปมประสาทเป็นระยะ ๆ ตลอดความยาวลำตัว ส่วนพวก mollusk ระบบประสาทจะเจริญแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพฤติกรรมของสัตว์ เช่น หมึก เคลื่อนไหวเร็วมาก จะมีระบบประสาทส่วนกลาง และปมประสาทใหญ่ที่หัวมากกว่า ลิ่นทะเล ซึ่งเชื่องช้ากว่า

เนื้อเยื่อประสาท (nervous tissue) ประกอบด้วยเซลล์ 2 ชนิด คือ เซลล์ประสาท (nerve cell หรือ neuron) และ เซลล์เกลีย (neuroglia) กระจายแทรกอยู่ระหว่าง neuron ในเนื้อเยื่อประสาท ซึ่ง neuron ทำหน้าที่นำกระแสประสาท (nerve impulse)ประกอบด้วย ตัวเซลล์ (cell body) ซึ่งเป็นบริเวณที่ประกอบด้วย cytoplasm และมีส่วนที่เป็นแขนงของไซโทพลาสซึม (cytoplasm) ซึ่งเป็นเส้นใยประสาท (nerve fiber) มี 2 ชนิดได้แก่ เส้นใยแอกซอน (axon) และ

เส้นใยเดนไดรท์ (dendrite fiber) ส่วน neuroglia ทำหน้าที่ช่วยในการทำงานของ neuron เช่น ลำเลียงอาหารมาเลี้ยงเซลล์ประสาท สร้างเยื่อหุ้มเส้นใยประสาท ทำลายสิ่งแปลกปลอมในบริเวณเนื้อเยื่อประสาท

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้

1. อธิบายและสรุปวงจรการรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต

2. อธิบายและเปรียบเทียบการรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์บางชนิด

3. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของเนื้อเยื่อประสาท

ทักษะ/กระบวนการ

1. สังเกตและตั้งคำถามได้

2. ออกแบบการทดลอง บันทึกผลการทดลอง จัดกระทำข้อมูลและลงข้อสรุปได้

3. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์บางชนิดและเนื้อเยื่อประสาทได้

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย

2. ใฝ่เรียนรู้

3. มุ่งมั่นในการทำงาน

4. ซื่อสัตย์สุจริต

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูให้นักเรียนจับคู่ เพื่อเล่นเกมความลับของขน โดยให้นักเรียนคนหนึ่งปิดตาแล้วยื่นแขนออกมา จากนั้นให้นักเรียนอีกคนใช้นิ้วแตะขนบริเวณแขนของนักเรียนอีกคน ระวังอย่าให้ถูกผิวหนังเด็ดขาด จากนั้นให้นักเรียนที่ปิดตาบอกตำแหน่งที่เพื่อนอีกคนแตะให้ถูกต้อง ถ้าตอบถูก เพื่อนที่แตะขนจะต้องถูกลงโทษโดยการตีบริเวณฝ่ามือ 1 ครั้ง แต่ถ้าตอบผิดคนที่ปิดตาจะต้องถูกลงโทษ แล้วทำสลับกัน จากนั้นครูใช้คำถามดังนี้

- นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าตำแหน่งที่เพื่อนแตะนั้นคือบริเวณใด ทั้ง ๆ ที่นักเรียนปิดตา (รู้สึกว่าขนบริเวณนั้นเคลื่อนไหว, การรับสัมผัสบริเวณผิวหนัง)

- การที่ขนของนักเรียนถูกทำให้เคลื่อนไหวส่งผลอย่างไรต่อการรับรู้และตอบสนองของนักเรียน (เมื่อมีการสัมผัสเส้นขนบริเวณแขนทำให้เกิดการกระตุ้นหน่วยรับความรู้สึกบริเวณรูขุมขน)

- คนที่ถูกตีรู้สึกอย่างไรและมีการตอบสนอง (รู้สึกเจ็บแล้วเอามือหนี)

2. ครูให้นักเรียนดูภาพของหน่วยรับความรู้สึกบริเวณผิวหนัง แล้วช่วยกันอภิปรายวงจรการรับรู้และตอบสนองที่เกิดขึ้น

3. จากนั้นใช้คำถามดังนี้ เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของระบบประสาท

- การที่สิ่งมีชีวิตสามารถรับรู้และมีการตอบสนองนั้น มีประโยชน์อย่างไร (ทำให้สัตว์สามารถอยู่รอดได้ สามารถหนีจากอันตรายต่าง ๆ)

- หากมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นภายในร่างกายของเรา เช่น อุณหภูมิร่างกายสูงเกินไป สิ่งมีชีวิต ร่างกายของเราจะรับรู้และตอบสนองได้หรือไม่อย่างไร (รับรู้ได้โดยระบบประสาทตอบสนองโดยการขับเหงื่อ)

- การตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายในร่างกายมนุษย์ เช่น ระดับน้ำตาลในเลือดต่ำร่างกายรับรู้ได้หรือไม่ อย่างไร (โดยการกระตุ้นของฮอร์โมนในร่างกาย)

- ดังนั้นการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของเราอาศัยการทำงานของระบบร่างกายใดบ้าง (ระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อ)

4. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 5 คน นำไส้เดือนดินให้นักเรียนสังเกตแล้วใช้คำถามดังนี้

- สิ่งมีชีวิตชนิดนี้คืออะไร (ไส้เดือนดิน)

- เมื่อนักเรียนสังเกตเห็นไส้เดือนดินแล้วนักเรียนคิดว่าไส้เดือนดินน่าจะมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าใดบ้าง (แสง การสัมผัส น้ำ สารเคมี)

- นักเรียนคิดว่าไส้เดือนดินมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเหล่านั้นอย่างไรบ้าง (เคลื่อนที่หนีแสง, เคลื่อนที่เข้าหาน้ำ)

5. ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่ามีสิ่งเร้าให้นักเรียน 3 ชนิด คือ เลเซอร์ สารเคมีที่เป็นกรด เข็มเขี่ย และให้นักเรียนเลือกสิ่งเร้ามาหนึ่งชนิด แล้วให้นักเรียนตั้งคำถามเพื่อศึกษาการตอบสนองของไส้เดือนดิน (ไส้เดือนดินมีการตอบสนองต่อแสงอย่างไร ไส้เดือนดินมีการตอบสนองต่อสารเคมีที่เป็นกรดอย่างไร ไส้เดือนดินมีการตอบ)

6. ครูแนะนำให้นักเรียนรู้จักแผนผังรูปตัววี แล้วให้นักเรียนเขียนคำถามลงในแผนผังรูปตัววี

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

1. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถามได้แล้ว ให้นักเรียนเขียนวัตถุประสงค์สมมติฐานการทดลอง และออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองใช้เวลา 30 นาที

3. เมื่อนักเรียนทำการทดลองเสร็จแล้วให้นำไส้เดือนดินของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของระบบประสาทของไส้เดือนดิน โดยทำตามบทปฏิบัติการเรื่องระบบประสาทของไส้เดือนดิน

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนผลการทดลองลงบนกระดานหน้าชั้นเรียน แล้วช่วยกันอภิปรายผลการทดลองและสรุปผล

2. นำผลที่ได้บันทึกลงในแผนผังรูปตัววี

5.4 ขั้นขยายความรู้

1. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์บางชนิดตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตและเนื้อเยื่อประสาท โดยสืบค้นจากใบความรู้

2. ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนทราบหรือไม่ว่า สมองหรือปมประสาทของไส้เดือนดินทำหน้าที่อะไร (เป็นหน่วยประมวลผล)

3. นักเรียนคิดว่าภายในเนื้อเยื่อสมองมีหน่วยย่อยที่จะหน้าที่ประมวลผลนี้ คืออะไรบ้าง (เซลล์ประสาท)

4. นักเรียนศึกษาลักษณะโครงสร้างของเซลล์ประสาทและชนิดของเซลล์ประสาทจากใบความรู้ที่ เรื่องเซลล์ประสาทแล้วตอบคำถามลงในใบกิจกรรม

5.5 ขั้นประเมินผล

1. ประเมินจากใบกิจกรรมที่ 1

2. ประเมินจากแผนผังรูปตัววี

3. ประเมินจากการบันทึกผลในบทปฏิบัติการ

6. สื่อการเรียนรู้

1. powerpoint เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิตและเซลล์ประสาท
2. ใบความรู้ที่ 1 เรื่องการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตและเนื้อเยื่อประสาท
3. บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าและเนื้อเยื่อประสาท
4. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตและเนื้อเยื่อประสาท

5. หนังสือเรียนชีววิทยา เล่ม 2 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

7. การวัดและประเมินผล

ความรู้

วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์	ผู้ประเมิน
ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 1	ใบกิจกรรมที่ 1	ตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 80	ครู

ทักษะ/กระบวนการ

วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์	ผู้ประเมิน
- ตรวจจากแบบบันทึกผลการทดลอง - ตรวจจากแผนผังรูปตัววี	- บทปฏิบัติการเรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าและเนื้อเยื่อประสาท -แผนผังรูปตัววี	- ตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 80 - เขียนเชื่อยมโยงประเด็นต่าง ๆ ได้ถูกต้องร้อยละ 80	ครูและนักเรียน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์	ผู้ประเมิน
สังเกตจากพฤติกรรมในการเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรม	ได้คะแนนระดับดีขึ้นไป	ครู

บันทึกหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

……

……

……

การใช้สื่อการเรียนรู้

……

……

……

การประเมินผลการเรียนรู้

……

……

……

ปัญหา/อุปสรรค

……

……

……

……

……

แนวทางแก้ไข

……

……

……

ลงชื่อ _____

(.....)

_____/_____/_____

แบบสังเกตพฤติกรรม

รายวิชา ว31244 ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบประสาท ครูผู้สอน นางสาวมาเรียม วัทนาด เวลา 3 คาบ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย

คำชี้แจง ระดับคุณภาพมีเกณฑ์ดังนี้

ระดับ 3 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับดีมาก

ระดับ 2 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับดี

ระดับ 1 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับพอใช้

ระดับ 0 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับต้องปรับปรุง

ชื่อ-สกุล .....ระดับชั้น ..... เลขที่ .....

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			
	3	2	1	0
1. มีวินัย				
2. ใฝ่เรียนรู้				
3. มุ่งมั่นในการทำงาน				
4. ซื่อสัตย์สุจริต				

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

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

หมายเหตุ การสังเกตพฤติกรรมคุณลักษณะอันพึงประสงค์จะสังเกตอย่างต่อเนื่องตลอดการเรียนแต่ละภาคเรียน และให้คำแนะนำนักเรียนในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมอันพึงประสงค์

เกณฑ์ในการประเมิน

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	3	2	1	0
1. มีวินัย	ปฏิบัติตามข้อตกลงกฎเกณฑ์ระเบียบต่าง ๆ รวมทั้งมีมารยาทในการเรียนอย่างสม่ำเสมอ มากกว่า 80%	ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ระเบียบต่าง ๆ บ้างบางครั้ง รวมทั้งมีมารยาทในการเรียน อยู่ระหว่าง 60%-80%	ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบต่าง ๆ รวมทั้งมีมารยาทในการเรียนอยู่ระหว่าง 30%-60%	ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ระเบียบต่าง ๆ รวมทั้งมีมารยาทในการเรียน น้อยกว่า 30%
2. ใฝ่เรียนรู้	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความพากเพียรพยายามในการเรียนรู้ ให้ความร่วมมือต่อกิจกรรมการเรียนรู้ มากกว่า 80%	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความพากเพียรพยายามในการเรียนรู้ ให้ความร่วมมือต่อกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ระหว่าง 60%-80%	เข้าเรียนไม่ตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความพากเพียรพยายามในการเรียนรู้ ให้ความร่วมมือต่อกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ระหว่าง 30%-60%	เข้าเรียนไม่ตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความพากเพียรพยายามในการเรียนรู้ ให้ความร่วมมือต่อกิจกรรมการเรียนน้อยกว่า 30%
3. มุ่งมั่นในการทำงาน	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จเป็นอย่างดี มากกว่า 80%	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จอยู่ระหว่าง 60%-80%	ไม่ตั้งใจแต่รับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ อยู่ระหว่าง 30%-60%	ปฏิบัติหน้าที่การงานและรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายน้อยกว่า 30%

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	3	2	1	0
4. ความซื่อสัตย์	ทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเองสม่ำเสมอมากกว่า 80%	ทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเอง อยู่ระหว่าง 60%-80%	ทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเองอยู่ระหว่าง 30%-60%	ทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเองน้อยกว่า 30%

การประเมิน

ระดับ 10-12 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับดีมาก

ระดับ 7-9 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับดี

ระดับ 4-6 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับพอใช้

ระดับ 0-3 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับต้องปรับปรุง

บทปฏิบัติการที่ 1
การรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าและระบบประสาทของไส้เดือนดิน

บทนำ

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดสามารถรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ ความสามารถดังกล่าวมักเกี่ยวข้องกับระบบประสาทและต่อมไร้ท่อ ซึ่งระบบประสาท (nervous system) เป็นระบบควบคุมการทำงานของร่างกายสัตว์ ทำให้สัตว์สามารถดำรงชีวิตอยู่รอดในสิ่งแวดล้อมได้ ทั้งการหาอาหาร หนีศัตรู และการสืบพันธุ์ ระบบประสาทยังทำงานร่วมกับต่อมไร้ท่อเพื่อควบคุมการทำงานของร่างกายให้อยู่ในสภาพปกติ โดยการทำงานของระบบประสาทจะทำงานประสานกันของส่วนต่าง ๆ 3 ส่วนคือ 1. ส่วนที่ทำหน้าที่รับความรู้สึกเข้า (sensory input) 2. ส่วนที่รวบรวมและประสานงาน (integration) 3. ส่วนที่ส่งความรู้สึกออก (motor output) ในสัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น มนุษย์ ส่วนที่รับความรู้สึกเข้า คือ เซลล์ประสาทรับความรู้สึกเข้า (sensory neuron) จะนำความรู้สึกจากหน่วยรับความรู้สึก (sensory receptor) ซึ่งรับจากสิ่งเร้าภายนอก เข้ามายังระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system, CNS) คือ สมอง (brain) และไขสันหลัง (spinal cord) ซึ่งเป็นตัวรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ ประสานงาน และสั่งการ ออกไปทาง motor output คือ เซลล์ประสาทนำคำสั่ง (motor neuron) ไปยังหน่วยตอบสนอง (effector) ซึ่งอาจเป็นเซลล์กล้ามเนื้อหรือต่อม ให้ตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ร่างกายได้รับให้เหมาะสมกับสถานการณ์ โดยมีเส้นประสาท (nerve) ทำหน้าที่ติดต่อระหว่างระบบประสาทส่วนกลางกับส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย คือ ระบบประสาทรอบนอก (peripheral nervous system, PNS)

ระบบประสาทของไส้เดือน (earth worm) ไส้เดือนมีระบบประสาทซึ่งประกอบด้วย

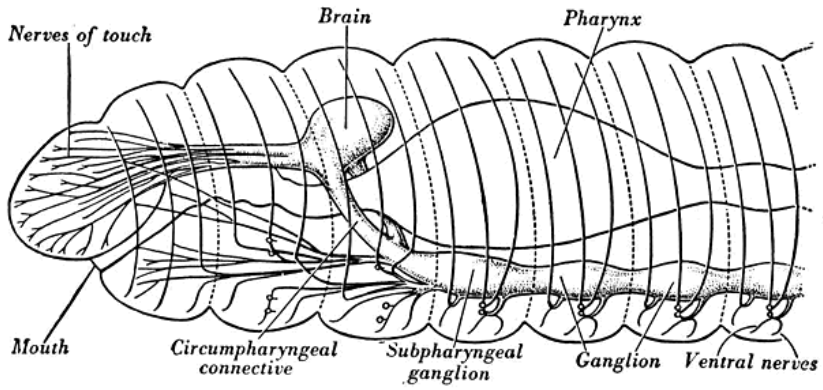
1) สมอง (brain) ประกอบด้วยปมประสาท 2 ปมเชื่อมเข้าด้วยกัน จึงมีลักษณะเป็น พู 2 พู มักเรียกว่า ปมประสาทซีรีบรัล (cerebral ganglion) ที่สมองนี้จะมีเส้นประสาทแยกออกไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆ รอบๆ ปากและปล้องทางส่วนหน้า

2) ปมประสาทใต้คอหอย (subpharyngeal ganglion) เกิดจากแขนงประสาทที่แยกออกจากสมองแล้วอ้อมรอบคอหอย (circumpharyngeal commissure) มาบรรจบกันและมีแขนงประสาทเล็กๆ แยกออกไปทางด้านหัวด้วย

3) เส้นประสาทด้านท้อง (ventral nerve cord) เป็นเส้นประสาทหลักแยกออกจากปมประสาทใต้คอหอยไปตลอดความยาวของลำตัวปกติ เป็นเส้นประสาท 2 เส้น มักรวมกันเป็น

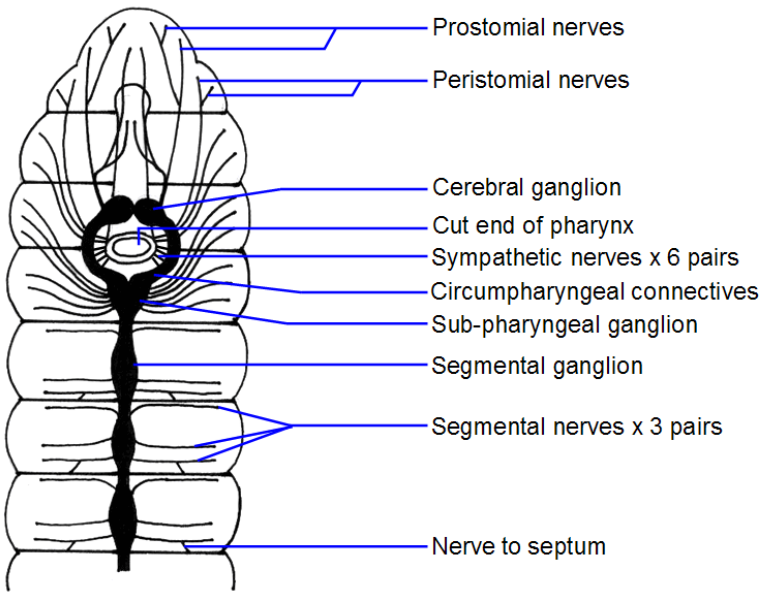
เส้น ประสาท เส้นเดียว ปลายประสาทเส้นนี้จะมีปมประสาทในแต่ละปล้องและมีแขนงประสาท 3-5 คู่ แยกออกไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆ ที่อยู่ในปล้องด้วย

ไส้เดือนมีเซลล์ซึ่งทำหน้าที่รับสัมผัสแสงเรียกว่า โฟโตรีเซปเตอร์เซลล์ (photoreceptor cell) และเซลล์ซึ่งทำหน้าที่รับความรู้สึก (sensory cell) ต่าง ๆ และดมกลิ่น เมื่อไส้เดือนสัมผัสกับแสงมันจึงถอยหนีไป นอกจากนี้ไส้เดือนยังมีปฏิกิริยารีเฟล็กซ์แบบง่ายๆ โดยเมื่อมีเมื่อมีอะไรมาถูกตัวมันกล้ามเนื้อจะหดตัวได้อย่างรวดเร็ว



ภาพที่ 1 ระบบประสาทของไส้เดือนดินทางด้านข้าง

ที่มา : http://which.my3gb.com/images/1-earthworms-nervous-system.jpg



ภาพที่ 2 ระบบประสาทของไส้เดือนดินทางด้านบน

ที่มา : http://cronodon.com/files/earthworm_CNS_dorsal.gif

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าของไส้เดือนดิน
2. ศึกษาโครงสร้างของระบบประสาทของไส้เดือนดิน

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. เข็มเขี่ย 2. เลเซอร์ 3. กรดไฮโดรคลอริกเจือจาง
4. ถาดฟาราฟิน 5. ชุดเครื่องมือผ่าตัด 6. ถุงมือยาง
7. ไส้เดือนดิน

วิธีการ

1. การศึกษาการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของไส้เดือนดิน

1.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของไส้เดือนดินตามลักษณะของสิ่งเร้าที่สนใจ

1.2 บันทึกผลการทดลองลงบนกระดานหน้าชั้นเรียน

การออกแบบการทดลอง

บันทึกผลการทดลอง

ชนิดของสิ่งเร้า	พฤติกรรมการตอบสนองที่เกิดขึ้น
1. แสง	
2. การสัมผัส	
3. สารเคมีที่เป็นกรด	
4. ความชื้น	

สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

……

……

……

……

……

……

2. การศึกษาโครงสร้างของระบบประสาทของไส้เดือนดิน

2.1 ใช้ปากคีบ คีบบริเวณส่วนหัวของไส้เดือนดินแล้วใช้กรรไกรผ่าตัดตัดแล้วลอกผิวหนังของไส้เดือนดิน ค่อย ๆ ลอกผิวหนังออกจนไปถึงกลางลำตัว แล้วใช้เข็มหมุดปัก

2.2 สังเกตบริเวณส่วนหัวสังเกตส่วนของ cerebral ganglion subpharyngeal ganglion และventral nerve cord โดยเปรียบเทียบกับภาพที่ 1 และ 2

บันทึกผลการทดลอง (วาดภาพ)

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

……

……

……

……

……

คำถามท้ายการทดลอง

1. ไส้เดือนดินมีการรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือไม่ อย่างไร

……

……

……

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง การตอบสนองของสิ่งมีชีวิตและเนื้อเยื่อประสาท

คำชี้แจง ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากใบความรู้ที่ 1 เรื่องการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตและเนื้อเยื่อประสาท

1. การรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิตอาศัยการทำงานของร่างกายระบบใดบ้าง

.....

.....

2. การรับรู้และตอบสนองอาศัยการทำงานของหน่วยย่อยใดในระบบประสาท

.....

.....

3. จงเขียนวงจรการรับรู้และตอบสนองที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นี้ *นักเรียนออกกำลังกายในวันที่อากาศร้อนมาก ๆ กล้ามเนื้อจะส่งความร้อนและอุณหภูมิในร่างกายสูงขึ้น ตัวรับความรู้สึกที่ผิวหนังจะรับข้อมูลส่งไปยังสมอง สมองจะสั่งสารให้ร่างกายเกิดการตอบสนอง เลือดจะนำความร้อนภายในร่างกายไหลมายังผิวหนังมากขึ้นเพื่อช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกายให้แก่สิ่งแวดล้อมภายนอกร่างกาย ในเวลาเดียวกันต่อมเหงื่อจะสร้างเหงื่อเพื่อช่วยลดอุณหภูมิในร่างกายอีกทางหนึ่ง การหายใจจะถี่ขึ้นและลึกขึ้น ช่วยเร่งการขนส่งความร้อนจากเลือดไปปอดออกทางลมหายใจออก เกิดการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนทำให้เราเคลื่อนที่ช้าลง ประกอบกับอัตราการคายความร้อนเพิ่มขึ้น เป็นผลทำให้อุณหภูมิภายในร่างกายลดลง*

4. จงเปรียบเทียบระบบประสาทของสิ่งมีชีวิตต่อไปนี้

สิ่งมีชีวิต	ลักษณะของระบบประสาท
1. paramecium	…… ……
2. hydra	…… ……
3. planaria	…… ……
4. earthworm	…… ……
5. salamander	…… ……
6. human	…… ……

5. ระบบประสาทของสิ่งมีชีวิตพวกไนแดเรียนต่างจากพวกหนอนตัวแบนอย่างไร

……

……

6. การรับรู้และตอบสนองของสัตว์มีประโยชน์อย่างไรต่อสิ่งมีชีวิตนั้น

……

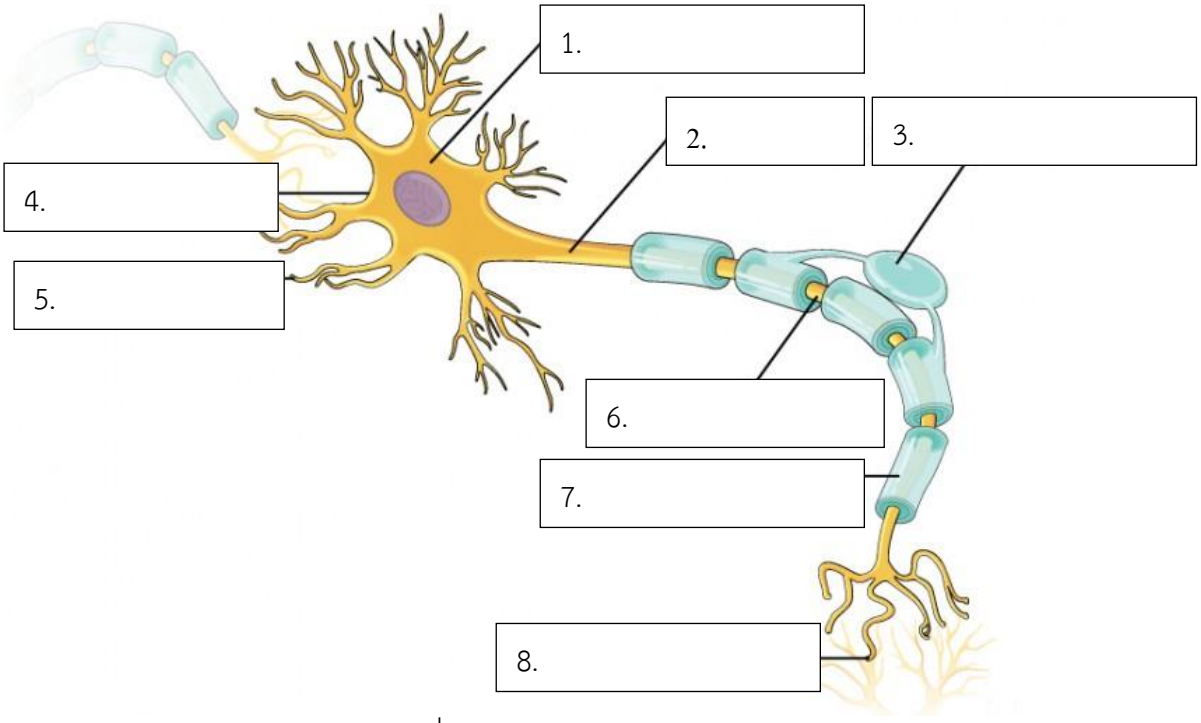
……

7. เนื้อเยื่อประสาทประกอบด้วยเซลล์กี่ประเภทอะไรบ้างแต่ละชนิดทำหน้าที่อะไร

……

……

8. ให้นักเรียน label ส่วนต่าง ๆ ของ neuron ต่อไปนี้ซึ่งพบในเนื้อเยื่อสมองให้ถูกต้องโดยใช้ technical term (TT)



ภาพที่ 1 neuron (เซลล์ประสาท)

ที่มา : https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/86/1206_The_Neuron.jpg

9. neuron แต่ละชนิดอาจมีรูปร่างแตกต่างกันอยากทราบว่า โครงสร้างของเซลล์ประสาทสัมพันธ์กับหน้าที่อย่างไร

……

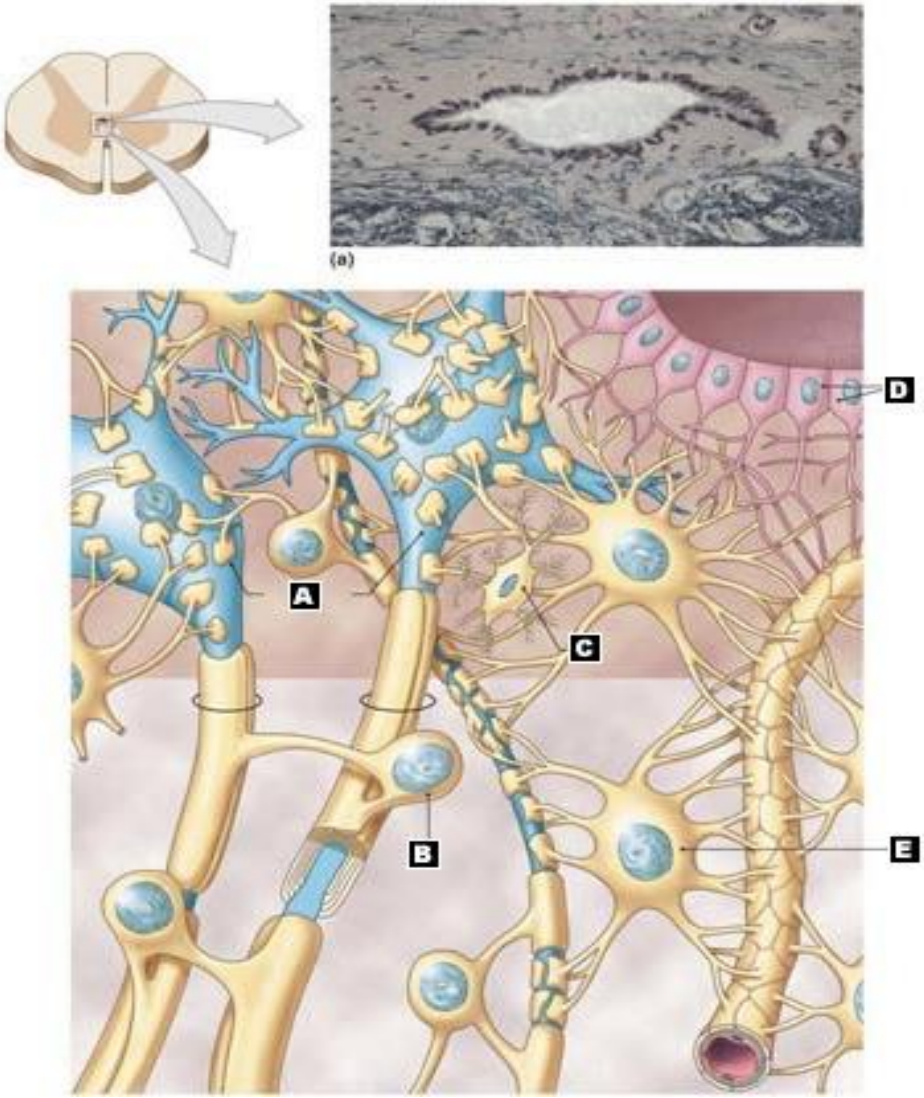
……

10. myelin sheath คืออะไร การที่ axon มี myelin sheath มีข้อดีอย่างไร

……

……

11. จงพิจารณาภาพต่อไปนี้ แล้วระบุชนิดของเซลล์นั้น ๆ พร้อมทั้งบอกหน้าที่



ภาพที่ 2 nervous tissue (เนื้อเยื่อประสาท)

ที่มา: https://classconnection.s3.amazonaws.com/22/flashcards/

99022/jpg/cns_glial_cells1329196579515.jpg

A คือ .....

B คือ .....

C คือ.....

D คือ .....

E คือ .....

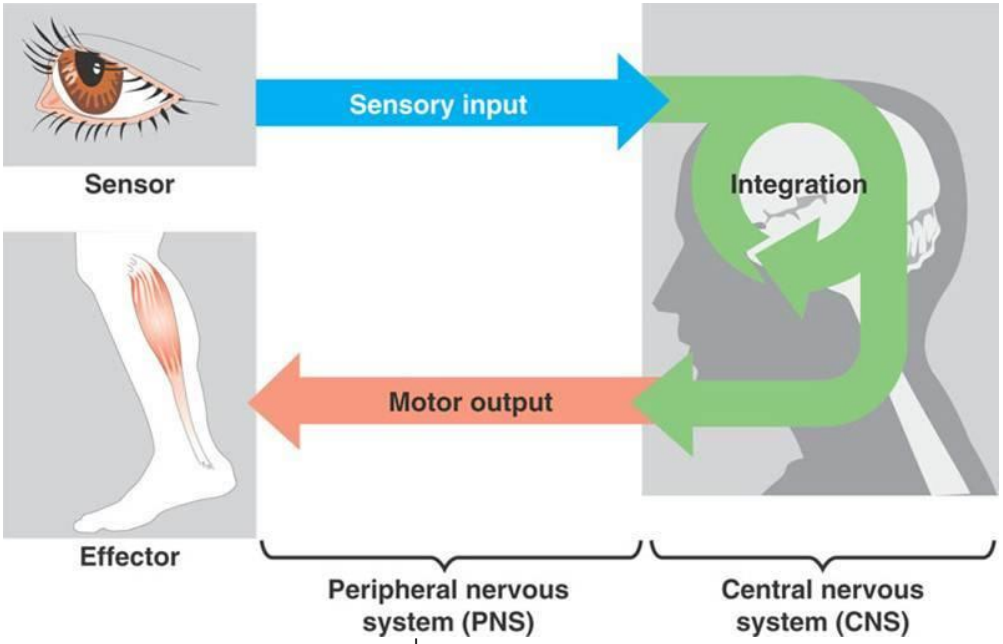
ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

1. การรับรู้และตอบสนอง

ระบบประสาท (nervous system) เป็นระบบควบคุมการทำงานของร่างกายสัตว์ ทำให้สัตว์สามารถดำรงชีวิตอยู่รอดในสิ่งแวดล้อมได้ ทั้งการหาอาหาร หนีศัตรู และการสืบพันธุ์ ระบบประสาทยังทำงานร่วมกับต่อมไร้ท่อเพื่อควบคุมการทำงานของร่างกายให้อยู่ในสภาพปกติ โดยการทำงานของระบบประสาทจะทำงานประสานกันของส่วนต่าง ๆ 3 ส่วนคือ

1. ส่วนที่ทำหน้าที่รับความรู้สึกเข้า (sensory input)
2. ส่วนที่รวบรวมและประสานงาน (integration)
3. ส่วนที่ส่งความรู้สึกออก (motor output)

ในสัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น มนุษย์ ส่วนที่รับความรู้สึกเข้า คือ เซลล์ประสาทรับความรู้สึกเข้า (sensory neuron) จะนำความรู้สึกจากหน่วยรับความรู้สึก (sensory receptor) ซึ่งรับจากสิ่งเร้าภายนอก เข้ามายังระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system, CNS) คือ สมอง (brain) และไขสันหลัง (spinal cord) ซึ่งเป็นตัวรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ ประสานงาน และสั่งการ ออกไปทาง motor output คือ เซลล์ประสาทนำคำสั่ง (motor neuron) ไปยังหน่วยตอบสนอง (effector) ซึ่งอาจเป็นเซลล์กล้ามเนื้อหรือต่อม ให้ตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ร่างกายได้รับให้เหมาะสมกับสถานการณ์ โดยมีเส้นประสาท (nerve) ทำหน้าที่ติดต่อระหว่างระบบประสาทส่วนกลางกับส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย คือ ระบบประสาทรอบนอก (peripheral nervous system, PNS)

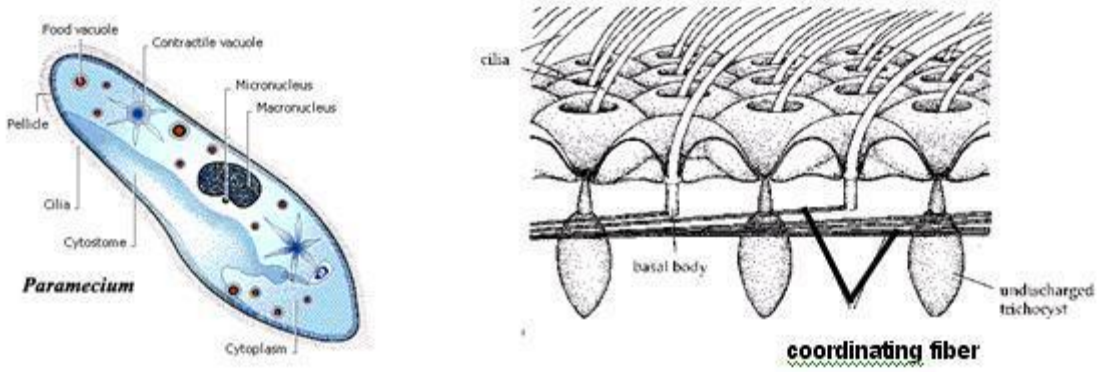


ภาพที่ 1 วงจรการรับรู้และตอบสนอง

ที่มา: http://www.proprofs.com/flashcards/upload/a7106439.jpg

2. วิวัฒนาการของระบบประสาท

2.1 **สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว** ได้แก่ paramecium ยังไม่มีระบบประสาท แต่สามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้เนื่องจากมีเส้นใยประสานงาน (Co-ordinating fiber) ซึ่งอยู่ใต้ผิวเซลล์เชื่อมโยงระหว่างโคนซีเลียแต่ละเส้นทำให้เกิดการประสานงาน การโบกพัดของซีเลียที่อยู่รอบ ๆ ตัว ถ้าหากตัดเส้นใยนี้พบว่า พารามีเซียม ไม่สามารถควบคุมการโบกพัดของซีเลียได้

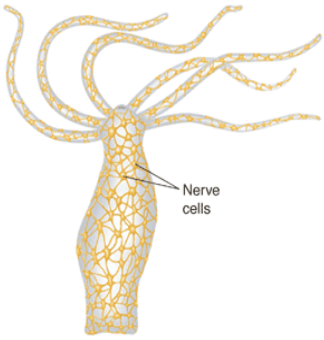


ภาพที่ 2 coordinating fiber ของ paramecium

ที่มา: http://club.yenta4.com

2.2 ระบบประสาทของไนแดเรียน (cnidarian)

ไนแดเรียน (cnidarian) ได้แก่ ไฮดราและแมงกะพรุน มีร่างแหประสาท (nerve net) เป็นโครงข่ายเชื่อมกันของระบบประสาท สัญญาณประสาทจะไหลไปทุกทิศทางระหว่างเซลล์ โดยไม่มีศูนย์กลางคอยควบคุมเหมือนกับสมอง เมื่อมีสาเหตุใดก็ตามที่ทำให้ผนังลำตัวหดตัว ร่างแหประสาทจะส่งสัญญาณให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั่วร่างกายของไนแดเรียน ร่างแหประสาททำให้ไนแดเรียนสามารถตอบสนองต่ออาหารและภัยอันตรายทุกทิศทาง

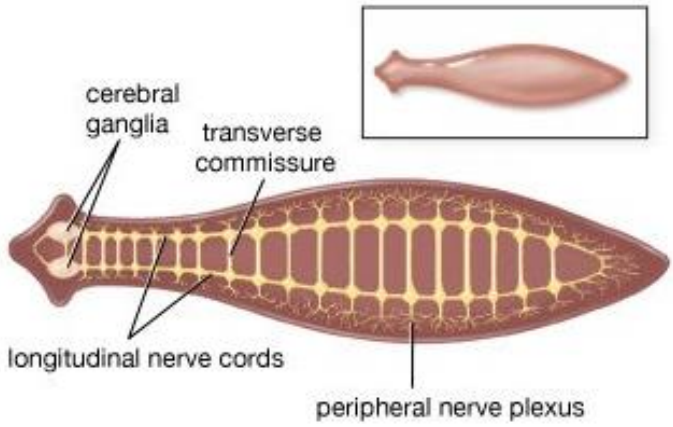


ภาพที่ 3 ระบบประสาทของ hydra แบบ nerve net
ที่มา: http://www.jayreimer.com

2.3 สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีสมมาตรสองข้าง

สัตว์ส่วนใหญ่มีสมมาตรสองข้าง (bilateral symmetry) มีอวัยวะที่เรียงกันเป็นคู่ตั้งอยู่สองข้างของร่างกาย วิวัฒนาการของสัตว์ที่มีสมมาตรด้านข้างจะมีศูนย์กลางของระบบประสาทอยู่ที่หัวหรือด้านหน้าของร่างกาย สิ่งมีชีวิตที่มีสมองอยู่ส่วนหัว จะมีเซลล์ประสาทในการส่งกระแสประสาทอยู่ 3 ชนิด 1) เซลล์ประสาทรับความรู้สึก (sensory neuron) เป็นเซลล์ประสาทที่ถูกกระตุ้นโดยสิ่งเร้าภายนอก เช่น รับแรงกด รับสัมผัส หรือความร้อน เมื่อรู้รู้ถึงสิ่งเร้าแล้วก็จะส่งสัญญาณไปให้เซลล์ประสาทประสานงาน (interneuron) ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลจากเซลล์ประสาทรับความรู้สึกและจากเซลล์ประสาทประสานงานอื่น ๆ แล้วส่งให้เซลล์ประสารทสั่งการ (motor neuron) เซลล์ประสาทสั่งการก็จะส่งคำสั่งไปควบคุมกล้ามเนื้อและต่อต่าง ๆ ของร่างกาย

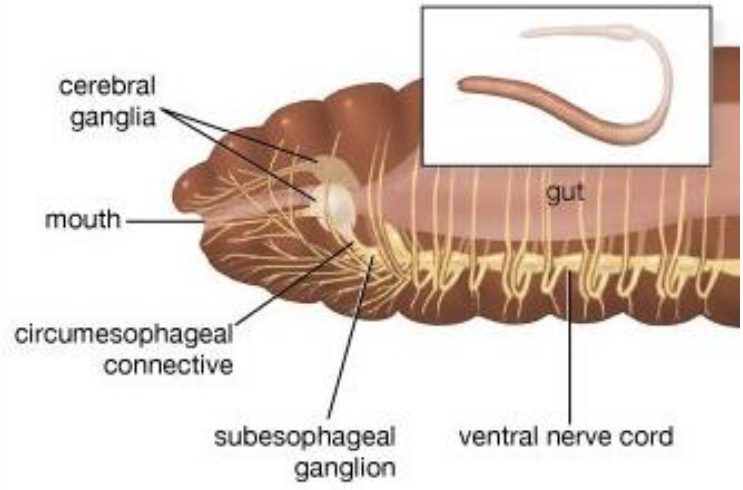
พลานาเรีย (planaria) มีสมมาตรด้านข้างและมีระบบประสาทไม่ซับซ้อน มีปมประสาท (ganglia) 1 คู่ที่ส่วนหัว ซึ่งเป็นศูนย์รวบรวมข้อมูล แต่ละปมประสาทประกอบด้วยกลุ่มของตัวเซลล์ (cell body) ซึ่งเป็นส่วนของเซลล์ประสาทที่มีนิวเคลียสและ organelle ต่าง ๆ อยู่ ปมประสาทจะได้รับสัญญาณจากจุดรับแสง (eyespot) และจากเซลล์ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบสารเคมีที่อยู่บริเวณส่วนหัวของพลานาเรีย ปมประสาทเชื่อมกันกับเส้นประสาทใหญ่ (nerve cord) ที่มีลักษณะเป็นเส้นประสาทคู่ที่ยาวทอดลงมาตามความยาวของลำตัว แต่ละเส้นประสาทใหญ่มีแขนงออกจากเส้นประสาทใหญ่ตลอดความยาว



ภาพที่ 4 ระบบประสาทของ planaria

ที่มา: http://media-2.web.britannica.com

พวกแอนีลิด (annelid) และพวกอาร์โทรพอด (arthropod) หรือสัตว์ข้อปล้อง มีเส้นประสาทใหญ่ที่มีลักษณะเป็นคู่ ทอดยาวลงมาและอยู่ทางด้านท้อง โดยเชื่อมกับส่วนสมอง ซึ่งสมองยังไม่มีความซับซ้อนเท่าใดนัก ในแต่ละปล้องลำตัวของสัตว์ทั้ง 2 กลุ่มมีปมประสาทอยู่เพื่อช่วยควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อในแต่ละปล้อง



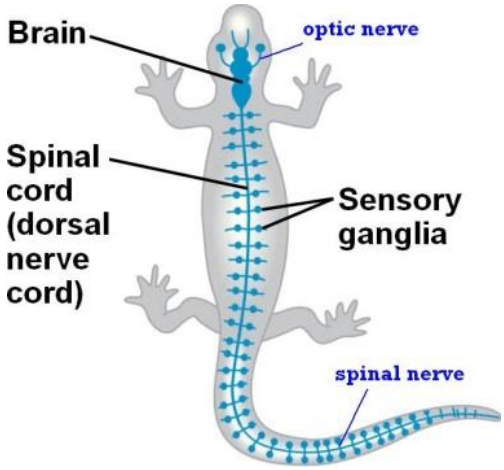
ภาพที่ 5 ระบบประสาทของ annelid

ที่มา: http://media-2.web.britannica.com

2.4 ระบบประสาทของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

การมีเส้นประสาทใหญ่ (nerve cord) อยู่ด้านหลังของร่างกายถือว่าเป็นลักษณะหนึ่งของพวกคอร์เดตในสัตว์มีกระดูกสันหลัง เส้นประสาทที่อยู่ส่วนหลังซึ่งจะเจริญไปเป็นสมองและไขสัน

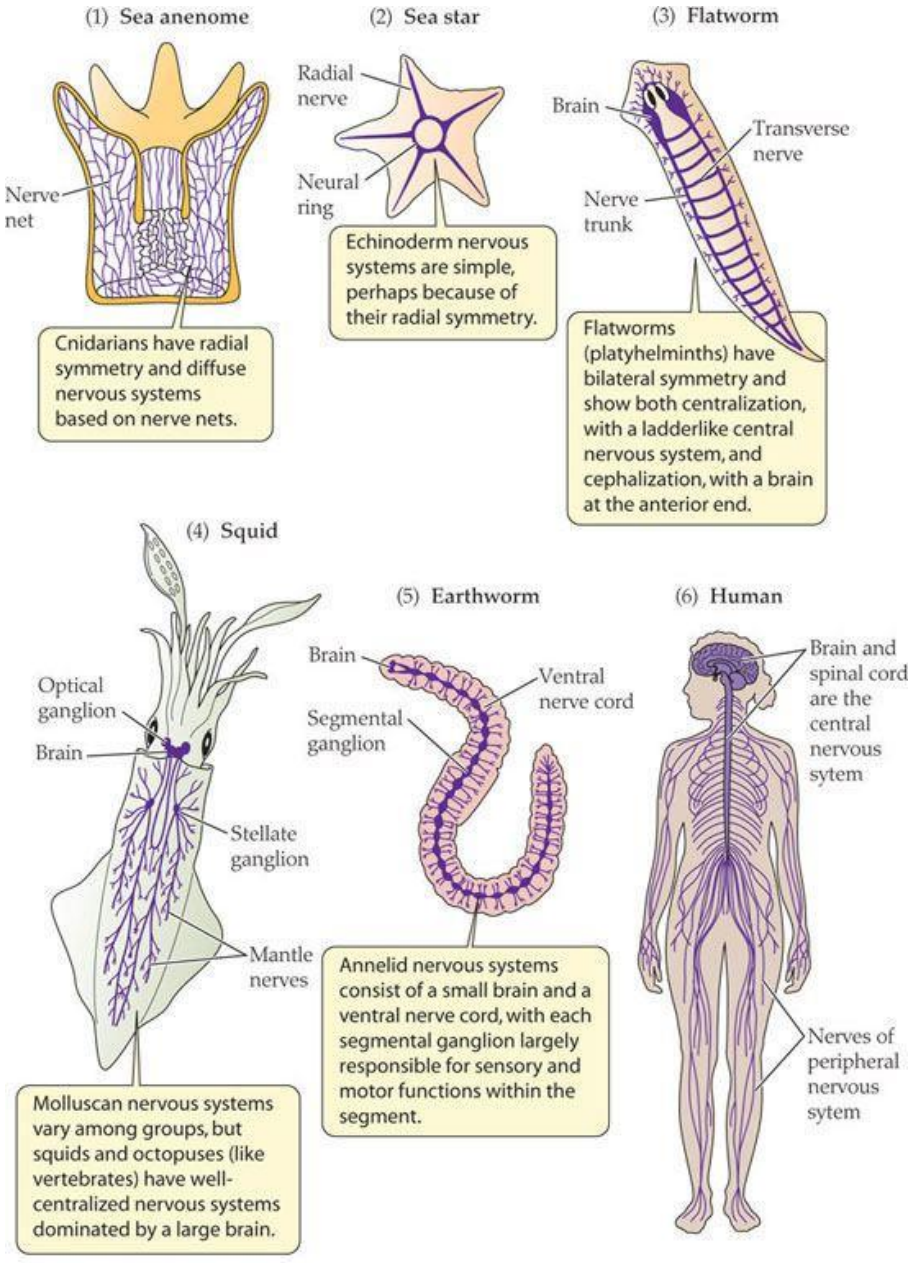
หลังถูกเรียกรวมว่า ระบบประสารทส่วนกลาง (central nervous system) เซลล์ประสาทประสานงานจะอยู่ในส่วนระบบประสาทส่วนกลาง ส่วนของระบบประสาทที่ยื่นออกจากระบบประสาทส่วนกลาง เรียกว่า ระบบประสาทรอบนอก (peripheral nervous system) ทำหน้าที่สองแบบ คือ ระบบประสาทอัตโนวัติ (autonomic nervous system) ควบคุมการทำงานของอวัยวะภายในร่างกาย ควบคุมกล้ามเนื้อเรียบ กล้ามเนื้อหัวใจ และต่อมต่าง ๆ และระบบประสารทโซมาติก (somatic nervous system) ควบคุมตำแหน่งของร่างกาย การเคลื่อนไหวและกล้ามเนื้อโครงร่าง



ภาพที่ 6 ระบบประสาทของ salamander

ที่มา: http://bio1152.nicerweb.com/Locked/media

ในมนุษย์ระบบประสาทรอบนอกประกอบด้วยเส้นประสาทสมอง 12 คู่ที่เชื่อมสมอง และเส้นประสาทไขสันหลัง 31 คู่ ซึ่งเชื่อมส่วนของไขสันหลัง เส้นประสาทสมองบางเส้นและเส้นประสาทไขสันหลังทุกเส้นประกอบด้วยเซลล์ประสาทรับความรู้สึกและเซลล์ประสาทสั่งการ เช่น sciatic nerve เป็นเส้นประสาทส่วนกะเบนเหน็บ โดยจะเชื่อมต่อไปยังสะโพกและส่วนของขา เมื่อมีคนมาเตะต้นขา เส้นประสาทไซแอติกจะรับสัญญาณความรู้สึกที่ผิวหนังแล้วส่งไปที่ส่วนของไขสันหลัง หลังจากนั้น เส้นประสาทไซแอติกจะส่งสัญญาณประสาทสั่งการให้กล้ามเนื้อที่ขาขยับ

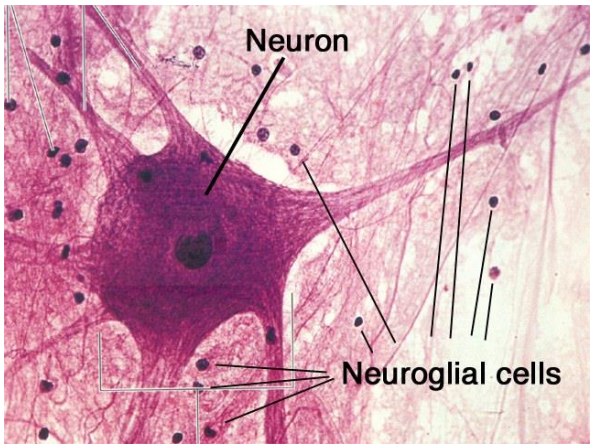


ภาพที่ 7 ระบบประสาทของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ

ที่มา: http://sites.sinauer.com/animalphys3e/boxex/AnPhys3e-BoxEx-15-01-0.jpg

3. เนื้อเยื่อประสาท (nervous tissue)

ประกอบด้วย nerve cell หรือ neuron และ neuroglia กระจายแทรกอยู่ระหว่าง nerve cell และ nerve fiber ภายในเนื้อเยื่อประสาท

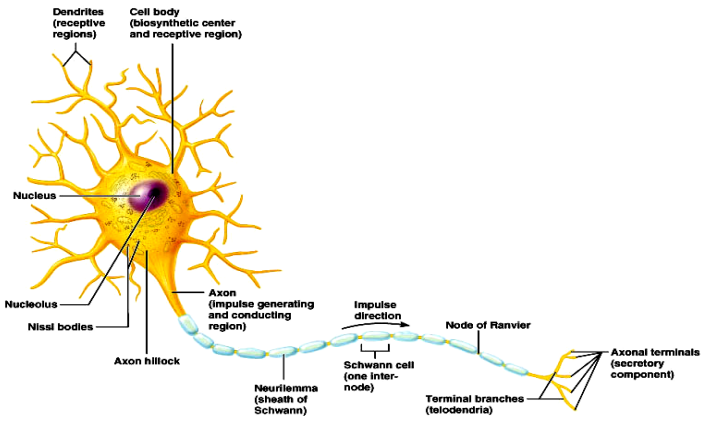


ภาพที่ 8 nervous tissue

ที่มา: http://intranet.tdmu.edu.ua

3.1 เซลล์ประสาท (neuron) มีโครงสร้างประกอบด้วย cell body และ cytoplasmic process หรือ nerve fiber

3.1.1 ลักษณะโครงสร้างของเซลล์ประสาท (Neuron) ประกอบด้วย 4 ส่วนหลักๆ



ภาพที่ 9 เซลล์ประสาท (neuron)

ที่มา: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons

1) The cell body: metabolic center of the neuron

Cell membrane มีคุณสมบัติคือเมื่อถูกกระตุ้นอย่างเพียงพอจะสามารถนำสัญญาณทางไฟฟ้าได้ (nerve conduction)

Nucleus

Cytoplasm; Nissl bodies, mitochondria, Golgi apparatus, lysosome, centrosome, neurofibril (neurofilament and neurotubule)

2) Dendrites: เป็นแขนงของเซลล์ประสาทที่มีลักษณะสั้น และแตกแขนงมากมาย เซลล์ประสาท 1 เซลล์มี dendrite ได้มากกว่า 1 อัน หน้าที่ของ dendrite คือ การนำกระแสประสาทเข้าสู่ cell body ของเซลล์ประสาท

3) Axon: เป็นแขนงของเซลล์ประสาทซึ่งยาวกว่า dendrite มาก เซลล์ประสาท 1 เซลล์มี axon ได้เพียง 1 อันเท่านั้น หน้าที่ของ axon การนำกระแสประสาทออกจาก cell body ของเซลล์ประสาทไปยังเซลล์ประสาทที่อยู่ใกล้เคียงกัน

Axon มีลักษณะโครงสร้างต่างต่างจาก dendrite อีกอย่างคือ มีปลอกประสาทหุ้ม (nerve sheaths) ได้แก่

Neurilemmal sheath เป็นส่วนของ cytoplasm ของ Schwann cell

Myelin sheath, หรือ sheath of Schwann ประกอบด้วยชั้นของ cell membrane ของ Schwann cell ที่พันรอบๆ axon

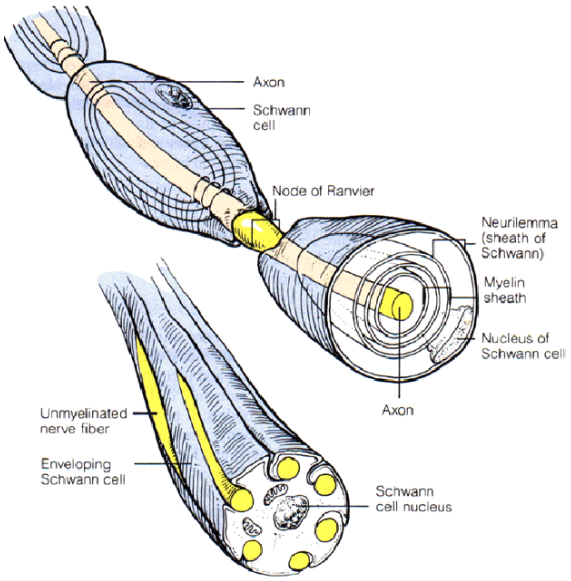
ปลอก myelin ประกอบด้วยชั้นของโปรตีนและไขมัน (cholesterol, phospholipid) ทำหน้าที่เป็นฉนวนไฟฟ้าทำให้กระแสประสาทไม่สามารถผ่านได้ เกิดการส่งกระแสประสาทแบบกระโดด ซึ่งกระแสประสาทจะเกิดขึ้นบริเวณที่เรียกว่า Node of Ranvier ทำให้การส่งกระแสประสาทเกิดเร็วขึ้นนั่นเอง

Node of Ranvier เป็นตำแหน่งที่ plasma membrane ของ Schwann cells จรดกับ axolemma (The axolemma is the cell membrane surrounding an axon. It is responsible for maintaining the membrane potential of the neuron)

Axon hillock: เป็นรอยต่อระหว่าง cell body กับ axon เป็นบริเวณที่ไม่มี Nissl bodies และเป็นบริเวณแรกที่จะเกิด action potential

4) Presynaptic terminals / Axon terminal or Terminal bouton: เป็นส่วนปลายสุดของ axon ที่มีลักษณะเป็นกระเปาะ และเป็นตำแหน่งที่จะมาสัมผัสกับ cell body, dendrite หรือ

axon ของเซลล์ประสาทอีกตัวหนึ่ง หรืออาจจะสัมผัสกับ effectors เช่น muscle หรือ gland ก็ได้ เรียกรอยต่อระหว่างเซลล์นั้นว่า Synapse



ภาพที่ 10 axon ที่มีเยื่อไมอิลิน และ axon ที่ไม่มีเยื่อ myelin

ที่มา: https://classconnection.s3.amazonaws.com

3.1.2 เซลล์ประสาท –ผู้ส่งข่าวสาร

เซลล์ประสาทของระบบประสาทเป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณ แสดงโครงสร้างและเซลล์ประสาทสั่งการ (motor neuron) ซึ่งเป็นเซลล์ที่ควบคุมกล้ามเนื้อและต่อมต่าง ๆ นิวเคียสและ organelle ต่าง ๆ ของเซลล์ประสาทอยู่ในส่วนประสาทอยู่ในส่วนของตัวเซลล์ ส่วนของ cytoplasm ยื่นยาวออกมาจากตัวเซลล์ประสาทเพื่อรับและส่งสัญญาณ ใยประสาทนำเข้าหรือเดนไดรต์ (dendrite) เป็นส่วนรับสัญญาณสารเคมีที่ส่งมาจากเซลล์ประสาทอื่น และใยประสาทนำออก (axon) เป็นส่วนที่ส่งสัญญาณออกจากตัวเซลล์ประสาทนั้น ๆ บริเวณใกล้กับตัวเซลล์จะมีบริเวณกระตุ้น (trigger zone) แล้วสัญญาณไฟฟ้าจะถูกส่งจากบริเวณกระตุ้น ไปตาม axon ซึ่งมีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้า จงถึงปลาย axon ปลาย axon ปลายaxon จะหลั่งสารเคมีซึ่งมีผลต่อการสื่อสารระหว่างเซลล์ที่เชื่อมต่อกับ axon นั้น

ข้อมูลต่าง ๆ จะถูกส่งจากเซลล์ประสาทรับความรู้สึก (sensory neuron) ไปที่เซลล์ประสาทประสานงาน (interneuron) และไปยังเซลล์ประสาทสั่งการ (motor neuron) เซลล์

ประสาททั้งสามชนิดมีส่วนที่แตกต่างกันในด้านโครงสร้าง เซลล์ประสาทรับความรู้สึกไม่มี dendrite ปลาย axon ด้านหนึ่งมีหน่วยรับสิ่งเร้าที่จำเพาะเจาะจง ปลาย axon อีกด้านหนึ่งจะหลั่งสารเคมีเพื่อสื่อสารกับเซลล์อื่น มีตัวเซลล์อยู่กึ่งกลางระหว่าง axon ทั้งสองด้าน ส่วนเซลล์ประสาทประสานงานมี dendrite หลายแขนงเพื่อรับสัญญาณต่าง ๆ และมี axon 1 เพียงเส้นเดียว เซลล์ประสาทประสานงานของสัตว์มีกระดูกสันหลังบางชนิดมี dendrite เป็นพัน ๆ แขนง ส่วนเซลล์ประสาทสั่งการ มี dendrite หลายแขนงเพื่อรับสัญญาณต่าง ๆ และมี axon เพียงเส้นเดียว เซลล์ประสาทประสานงานของสัตว์มีกระดูกสันหลังบางชนิดมีแขนง dendrite เป็นพัน ๆ แขนง ส่วนเซลล์ประสาทสั่งการมี dendrite หลายแขนง

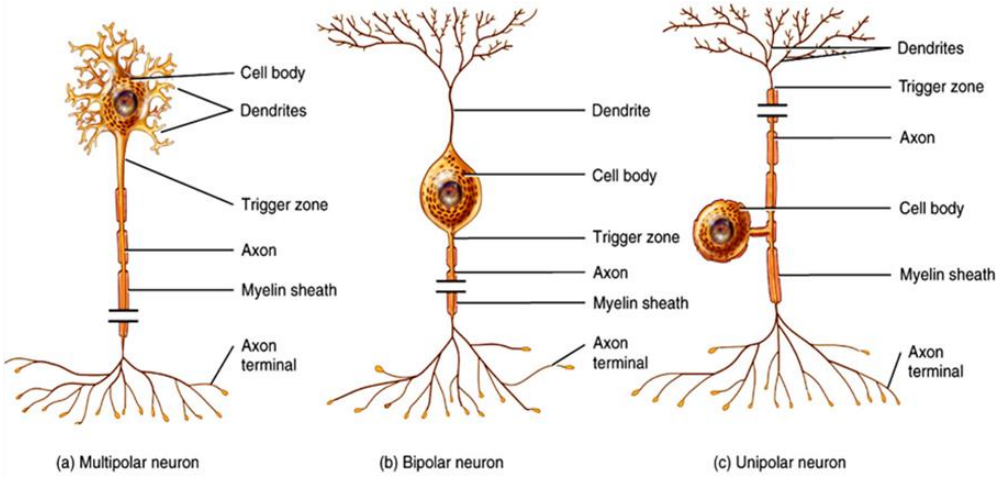
3.1.3 ชนิดของเซลล์ประสาทสามารถจำแนกได้ 2 แบบหลักๆ ดังนี้

1) จำแนกตามจำนวนแขนง ได้ 3 ชนิด

1.1) Unipolar neuron มีแขนงเดียวเป็นแขนงแต่ปลายแยกเป็น 2 อัน แขนงที่ไปสู่ปลายประสาทเรียกว่า peripheral process ส่วนแขนงที่เข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลางเรียกว่า central process แขนงทั้งสองมีโครงสร้างเป็น axon

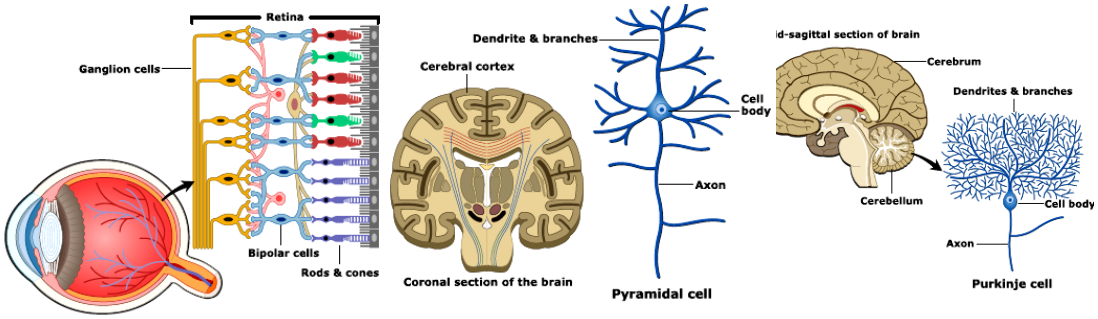
1.2) Bipolar neuron มี 2 แขนง ๆ หนึ่งเป็น dendrite และอีกแขนงหนึ่งเป็น axon

1.3) Multipolar neuron ประกอบด้วย 1 อัน และ dendrite มากกว่า 1 อัน พบมากที่สุดในระบบประสาท



ภาพที่ 11 ชนิดของ neuron แบ่งตามจำนวนแขนง

ที่มา: http://www.thaigoodview.com/files/u40568/brain_neuron_types.gif



ภาพที่ 12 บริเวณที่พบ neuron แต่ละชนิด

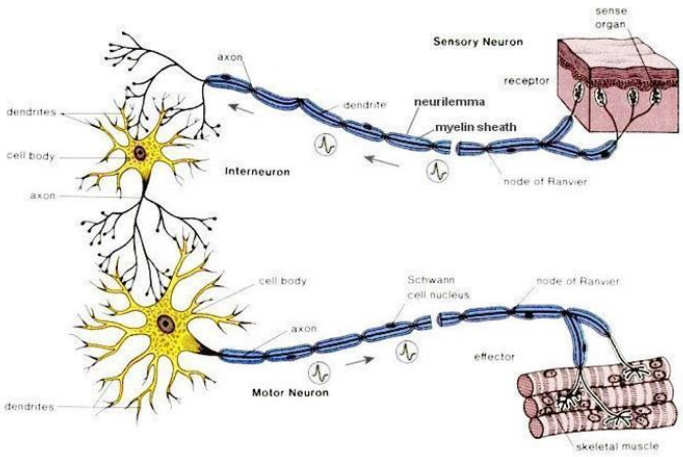
ที่มา: http://csls-text2.c.u-tokyo.ac.jp/images/fig/fig06_05.gif

2) จำแนกตามหน้าที่ ได้ 3 ชนิด

2.1) Afferent neuron หรือ sensory neuron เป็นเซลล์ประสาทที่รับความรู้สึกจากสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกร่างกาย เข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลาง มักมีรูปร่างแบบ unipolar neuron

2.2) Efferent neuron หรือ motor neuron เป็นเซลล์ประสาทที่สั่งการจากระบบประสาทส่วนกลางไปยังหน่วยปฏิบัติงาน (muscle หรือ gland)

2.3) Interneuron หรือ association neuron เป็นเซลล์ที่อยู่ระหว่างsensory neuron และ motor neuron ทำหน้าที่เชื่อมโยงให้เซลล์ประสาทติดต่อกันเป็นวงจร



ภาพที่ 13 ชนิดของ neuron แบ่งตามหน้าที่

ที่มา: https://universe-review.ca/I10-40-nerve.jpg

3.2 เซลล์ค้ำจุนระบบประสาท (glial cell, nerve glue หรือ neuroglia) เป็นเซลล์ที่แทรกอยู่ระหว่างเซลล์ประสาทในระบบประสาทส่วนกลาง มีหน้าที่สำคัญคือ

1. ค้ำจุน (support) ระบบประสาทส่วนกลาง
2. นำอาหารและออกซิเจนมาเลี้ยงเซลล์ประสาท
3. ขับถ่ายของเสียออกจากเซลล์ประสาท
4. กั้นไม่ให้เชื้อโรคหรือสารเคมีบางชนิดเข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลาง (Blood-brain barrier)

Neuroglia แบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ

1. Macroglia ประกอบด้วยเซลล์ 2 ชนิด

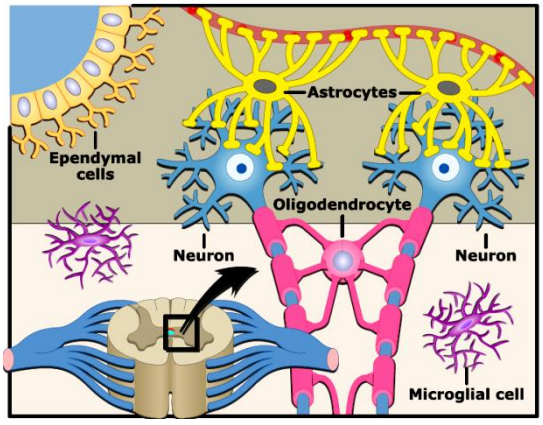
1.1 Astroglia (Astrocytes) ทำหน้าที่ค้ำจุนและนำอาหารมาเลี้ยงเซลล์ประสาทในระบบประสาทส่วนกลาง แล้วยังทำหน้าที่เป็น Blood-brain barrier

1.2 oligodendrocytes เกี่ยวข้องกับการสร้างปลอก myelin ในระบบประสาทส่วนกลาง (CNS)

1.3 Schawann cells เกี่ยวข้องกับการสร้างปลอก myelin ในระบบประสาทรอบนอก (PNS)

2. Microglia เจริญมาจากเนื้อเยื่อชั้น mesoderm ทำหน้าที่คล้าย macrophage คือทำลายสิ่งแปลกปลอมโดยวิธี phagocytosis ภายในระบบประสาทส่วนกลาง

3. Ependymal cell เป็นเซลล์ที่บุอยู่ตามผนังของช่องภายในสมองและไขสันหลัง ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการดูดสร้าง และการดูดซึมน้ำหล่อเลี้ยงสมองและไขสันหลัง



ภาพที่ 14 neuroglia cell ชนิดต่าง ๆ

ที่มา: https://my.bpcc.edu/content/blgy224/NervousSystem/glial%20cells.jpg

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

รหัส-ชื่อรายวิชา ว 31244 ชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ระบบประสาท ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
แผนการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิต และเซลล์ประสาท เวลา 3 ชั่วโมง

---

1. **มาตรฐานการเรียนรู้**

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการทำงานของระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

2. **สาระสำคัญ**

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดสามารถรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ ความสามารถดังกล่าวมักเกี่ยวข้องกับระบบประสาทและต่อมไร้ท่อ สำหรับสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น พารามีเซียม การตอบสนองเกิดจากเส้นใยประสานงาน ส่วนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิดมีร่างแหประสาท สัตว์บางชนิดมีปมประสาท สัตว์บางชนิดมีปมประสาทและเส้นประสาท ขณะที่สัตว์มีกระดูกสันหลังมีสมองและไขสันหลัง

3. **สาระการเรียนรู้**

ระบบประสาท (nervous system) เป็นระบบควบคุมการทำงานของร่างกายสัตว์ ทำให้สัตว์สามารถดำรงชีวิตอยู่รอดในสิ่งแวดล้อมได้ ทั้งการหาอาหาร หนีศัตรู และการสืบพันธุ์ ระบบประสาทยังทำงานร่วมกับต่อมไร้ท่อเพื่อควบคุมการทำงานของร่างกายให้อยู่ในสภาพปกติ โดยการทำงานของระบบประสาทจะทำงานประสานกันของส่วนต่าง ๆ 3 ส่วนคือ 1. ส่วนที่ทำหน้าที่รับความรู้สึกเข้า (sensory input) 2. ส่วนที่รวบรวมและประสานงาน (integration) 3. ส่วนที่ส่ง

ความรู้สึกออก (motor output) ในสัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น มนุษย์ ส่วนที่รับความรู้สึกเข้า คือ เซลล์ประสาทรับความรู้สึกเข้า (sensory neuron) จะนำความรู้สึกจากหน่วยรับความรู้สึก (sensory receptor) ซึ่งรับจากสิ่งเร้าภายนอก เข้ามายังระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system, CNS) คือ สมอง (brain) และไขสันหลัง (spinal cord) ซึ่งเป็นตัวรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ ประสานงาน และสั่งการ ออกไปทาง motor output คือ เซลล์ประสาทนำคำสั่ง (motor neuron) ไปยังหน่วยตอบสนอง (effector) ซึ่งอาจเป็นเซลล์กล้ามเนื้อหรือต่อม ให้ตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ร่างกายได้รับให้เหมาะสมกับสถานการณ์ โดยมีเส้นประสาท (nerve) ทำหน้าที่ติดต่อระหว่างระบบประสาทส่วนกลางกับส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย คือ ระบบประสาทรอบนอก (peripheral nervous system, PNS)

การตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น พารามีเซียม (paramecium) สามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้แม้จะไม่มีเซลล์ประสาทแต่จะใช้เส้นใยประสานงาน (coordinating fiber) อยู่ที่โคนของ cilia ควบคุมการโบกพัดของ cilia เพื่อการเคลื่อนที่

การตอบสนองของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ระบบประสาทเริ่มจากเป็นร่างแหประสาท (nerve net) เช่นในพวกที่มีสมมาตรแบบรัศมีซึ่งไม่มีศูนย์กลางการควบคุม เช่นในพวกไฮดรา ต่อมาพบเป็นแบบวงประสาท (nerve ring) เป็นศูนย์กลางติดต่อกับร่างแหประสาททั่วร่างกาย เช่น ในดาวทะเล ในส่วนสัตว์ที่มีสมมาตรสองซีกจะเห็นแนวโน้มของวิวัฒนาการของระบบประสาทชัดเจน คือ เริ่มมีระบบประสาทส่วนกลาง มีปมประสาทใหญ่บริเวณหัว (cephalization) และมีสายประสาท (nerve cord) ยาวตลอดลำตัว มีระบบประสาทรอบนอกรับความรู้สึกเข้าจากหน่วยรับความรู้สึกและส่งออกไปยังหน่วยตอบสนอง หนอนตัวแบนนับเป็นสัตว์พวกแรกที่เริ่มมีระบบประสาทส่วนกลางชัดเจน โดยมีปมประสาทอยู่หัว และมี nerve cord ยาวตลอดลำตัว พวก annelids และ arthropods มีสมองชัดเจนมากขึ้น และมีปมประสาทเป็นระยะ ๆ ตลอดความยาวลำตัว ส่วนพวก mollusk ระบบประสาทจะเจริญแตกต่างกันขึ้นกับพฤติกรรมของสัตว์ เช่น หมึกเคลื่อนไหวเร็วมาก จะมีระบบประสาทส่วนกลาง และปมประสาทใหญ่ที่หัวมากกว่า ลิ่นทะเล ซึ่งเชื่องช้ากว่า

เนื้อเยื่อประสาท (nervous tissue) ประกอบด้วยเซลล์ 2 ชนิด คือ เซลล์ประสาท (nerve cell หรือ neuron) และ เซลล์เกลีย (neuroglia) กระจายแทรกอยู่ระหว่าง neuron ในเนื้อเยื่อประสาท ซึ่ง neuron ทำหน้าที่นำกระแสประสาท (nerve impulse)ประกอบด้วย ตัวเซลล์ (cell body) ซึ่งเป็นบริเวณที่ประกอบด้วย cytoplasm และมีส่วนที่เป็นแขนงของไซโทพลาสซึม (cytoplasm) ซึ่งเป็นเส้นใยประสาท (nerve fiber) มี 2 ชนิดได้แก่ เส้นใยแอกซอน (axon) และ

เส้นใยเดนไดรท์ (dendrite fiber) ส่วน neuroglia ทำหน้าที่ช่วยในการทำงานของ neuron เช่น ลำเลียงอาหารมาเลี้ยงเซลล์ประสาท สร้างเยื่อหุ้มเส้นใยประสาท ทำลายสิ่งแปลกปลอมในบริเวณเนื้อเยื่อประสาท

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้

1. อธิบายและสรุปวงจรการรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต
2. อธิบายและเปรียบเทียบการรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์บางชนิด
3. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของเนื้อเยื่อประสาท

ทักษะ/กระบวนการ

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์บางชนิดและเนื้อเยื่อประสาทได้

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน
4. ซื่อสัตย์สุจริต

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

5.1 ขั้นนำ

1) ครูแจ้งสาระสำคัญของเนื้อเรื่องและผลการเรียนรู้

2) ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามดังนี้

- วันนี้นักเรียนอากาศเป็นอย่างไรบ้าง (อากาศร้อน)
- นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าเป็นอย่างนั้น (ให้นักเรียนช่วยกันแสดงความคิดเห็น เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า ความร้อนเป็นสิ่งเร้า ผิวหนังเป็นหน่วยรับความรู้สึก และการที่เรารู้สึกร้อนนั้นเป็นการรับรู้ การที่มีเหงื่อไหลออกมานั้นเป็นการตอบสนอง ซึ่งเป็นผลมาจากทำงานของต่อมเหงื่อบริเวณผิวหนังนั่นเอง เรียกว่า หน่วยปฏิบัติงาน) กระบวนการดังกล่าวเรียกว่า การรับรู้และตอบสนอง
- การรับรู้และตอบสนองมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตอย่างไร (ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถหลีกหนีศัตรูหรืออันตรายได้ สามารถหาอาหารได้ สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ ดังนั้นการตอบสนองต่อสิ่งเร้าทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถอยู่รอดได้)

5.2 ขั้นสอน

1) ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปแบบแผนการรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต นักเรียนจะตอบอย่างไรให้ครูฟังไว้ก่อน (การรับรู้ของสิ่งมีชีวิตเกิดจาก ร่างกายมีระบบที่เรียกว่า หน่วยรับความรู้สึก ทำหน้าที่ส่งต่อความรู้สึกไปยังหน่วยแปลความรู้สึก ซึ่งก็คือ ระบบประสาทส่วนกลาง (สมองและไขสันหลัง) เพื่อออกคำสั่งไปยังหน่วยปฏิบัติงานให้แสดงพฤติกรรมการตอบสนองออกมา เช่น การชักเท้าหนีเมื่อเหยียบเศษแก้ว)

2) ครูใช้คำถามดังนี้

- พืชมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือไม่ อย่างไร (พืชไม่มีระบบประสาทแต่พืชมีการตอบสนองต่อส่งเร้า เช่น การเอนเข้าหาแสงของพืช การหุบของไมยราบเมื่อถูกสัมผัส) โดยขณะที่ช่วยกันสรุปแบบแผนการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต บนกระดาน

3) ครูให้นักเรียนดู คลิปวีดีโอ การรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าของ paramecium แล้วใช้คำถามดังนี้

- จากวีดีโอ การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของ paramecium เป็นอย่างไร (จะเห็นว่าพารามีเซียมมีการเคลื่อนที่ถอยหลังเพื่อให้พ้นสิ่งกีดขวางแล้วจึงเคลื่อนที่ไปข้างหน้าต่อไป)

4) จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและร่วมกันสรุปโครงสร้างที่ใช้ในการรับรู้และตอบสนองของพารามีเซียม (พารามีเซียมไม่มีเซลล์ประสาทแต่มีโครงสร้างที่เรียกว่า เส้นใยประสานงาน (coordinationg-fiber) อยู่ใต้ผิวหนังของเยื่อหุ้มเซลล์ มีลักษณะเป็นเส้นใยเชื่อมโยงระหว่างโคนของซิเลีย โดยเส้นใยประสานงานทำหน้าที่รับส่งความรู้สึก และควบคุมการโบกพัดของซิเลีย เกิดขึ้นพร้อมกันขณะมีการเคลื่อนที่ การควบคุมการตอบสนองต่อสิ่งเร้าวิธีนี้เรียกว่า neuromoter system ตัวอย่าง พฤติกรรมการตอบสนองต่อสิ่งเร้าแบบนี้ เช่น การเคลื่อนที่เข้าหาหรือหนีแสงของพารามีเซียม

5) จากนั้นครูใช้คำถามดังนี้

- ถ้าตัดเส้นใยเส้นใยประสานงานของพารามีเซียมอก นักเรียนคิดว่าพารามีเซียมจะเป็นอย่างไร (พารามีเซียมไม่สามารถควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ได้)

6) จากนั้นครูให้นักเรียนดู คลิปวีดีโอ การรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าของ hydra แล้วใช้คำถามดังนี้

- จากวีดีโอไฮดราตอบสนองต่อสิ่งเร้าอย่างไร (หด tentacle)

- การตอบสนองของไฮดราเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากใบความรู้ และหนังสือเรียน (การตอบสนองของไฮดราเกิดจากการทำงานของร่างแหประสาท

(nerve net) ที่ประกอบด้วยเซลล์ประสาทเชื่อมโยงกัน ไม่มีศูนย์กลางควบคุม เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นที่จุดใดจุดหนึ่งของลำตัวจะเกิดกระแสประสาทไปตามเซลล์ประสาทที่ประสานกันเป็นร่างแหในทุกทิศทางกระจายไปทั่วลำตัว)

- นักเรียนศึกษาการรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังชนิดอื่น ๆ จากใบความรู้และหนังสือเรียน จากนั้นครูใช้คำถามดังนี้

- นักเรียนคิดว่าการรับรู้และตอบสนองของพารามีเซียมและพลานาเรียต่างกันอย่างไร (ไฮดรามีร่างแหประสาท เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นย่อมมีกระแสประสาทแผ่ไปทั่วร่างกาย ทำให้ไฮดราตอบสนองทั้งอวัยวะ คือหดทั้งเทนตาเคิล หรือหดทั่วตัว ขณะที่พลานาเรียมีปมประสาทอยู่ที่หัว เมื่อสิ่งเร้ามากระตุ้น จะเกิดกรแสประสาทจากบริเวณที่ถูกกระตุ้นไปตามเส้นประสาทส่งไปยังปมประสาท ซึ่งป็นศูนย์กลางที่มีเส้นประสาทอยู่หนาแน่น แล้วส่งกระแสประสาทไปยังหน่วยปฏิบัติการ ดังนั้นการตอบสนองของพลานาเรียจึงเกิดเฉพะส่วนของร่างกาย)

- นักเรียนคิดว่าพลานาเรีย ไส้เดือนดิน กับแมลงการรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่างกันอย่างไร (ปมประสาทของพลานาเรียอยู่ที่หัว ดังนั้นการรับรู้และสั่งงานให้เกิดการตอบสนองจะเกิดที่ส่วนหัว การรับรู้และตอบสนองจึงช้ากว่า สำหรับไส้เดือนดินและแมลงมีปมประสาทอยู่ตามแนวกลางของลำตัว และปมประสาทมีเส้นประสาทเชื่อมโยงกัน ดังนั้นการรับรู้และการตอบสั่งงานจึงออกจาปมประสาทไปยังหน่วยปฏิบัติงานได้เร็วกว่า)

7) นักเรียนสืบค้นเพิ่มเติมการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสัตว์และเนื้อเยื่อประสาทจากใบความรู้และทำใบกิจกรรมที่ 1

5. **ขั้นสรุป**

ครูใช้คำถามต่อไปนี้

- ปลามีสมองส่วนใดใหญ่ที่สุด (ส่วนกลาง)

- สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีการพัฒนาสมองส่วนใดมากที่สุด สมองส่วนนั้นมีความสำคัญอย่างไร (สมองส่วนหน้า ซึ่งมีความสำคัญเกี่ยวกับการเรียนรู้ทำให้มีความฉลาดขึ้น)

- สัตว์ที่มีวิวัฒนาการสูงขึ้น สมองมีการพัฒนาแตกต่างไปจากสัตว์ที่มีวิวัฒนาการต่ำอย่างไร (สัตว์ที่มีวิวัฒนาการสูงจะมีสมองส่วนหน้าเจริญดีมาก ส่วนสมองส่วนกลางเจริญลดลง และสองส่วนหลังมีการเจริญมากกว่าสัตว์มีวิวัฒนาการต่ำ)

6. **สื่อการเรียนรู้**

1. powerpoint เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิตและเซลล์ประสาท
2. ใบความรู้ที่ 1 เรื่องการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตและเนื้อเยื่อประสาท

3. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตและเนื้อเยื่อประสาท

4. หนังสือเรียนชีววิทยา เล่ม 2 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

7. การวัดและประเมินผล

ความรู้

วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์	ผู้ประเมิน
ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 1	ใบกิจกรรมที่ 1	ตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 80	ครู

ทักษะ/กระบวนการ

วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์	ผู้ประเมิน
- ตรวจจากแบบบันทึกผลการทดลอง - ตรวจจากแผนผังรูปตัววี	- บทปฏิบัติการเรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าและเนื้อเยื่อประสาท -แผนผังรูปตัววี	- ตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 80 - เขียนเชื่อยมโยงประเด็นต่าง ๆ ได้ถูกต้องร้อยละ 80	ครูและนักเรียน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์	ผู้ประเมิน
สังเกตจากพฤติกรรมในการเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรม	ได้คะแนนระดับดีขึ้นไป	ครู

บันทึกหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

……

……

……

การใช้สื่อการเรียนรู้

……

……

……

การประเมินผลการเรียนรู้

……

……

……

ปัญหา/อุปสรรค

……

……

……

แนวทางแก้ไข

……

……

……

……

ลงชื่อ _____

(.....)

_____/_____/_____

แบบสังเกตพฤติกรรม

รายวิชา ว31244 ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบประสาท ครูผู้สอน นางสาวมาเรียม วัทนาด เวลา 3 คาบ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย

คำชี้แจง ระดับคุณภาพมีเกณฑ์ดังนี้

ระดับ 3 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับดีมาก

ระดับ 2 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับดี

ระดับ 1 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับพอใช้

ระดับ 0 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับต้องปรับปรุง

ชื่อ-สกุล ..... ระดับชั้น ..... เลขที่ .....

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			
	3	2	1	0
1. มีวินัย				
2. ใฝ่เรียนรู้				
3. มุ่งมั่นในการทำงาน				
4. ซื่อสัตย์สุจริต				

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

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

หมายเหตุ การสังเกตพฤติกรรมคุณลักษณะอันพึงประสงค์จะสังเกตอย่างต่อเนื่องตลอดการเรียนแต่ละภาคเรียน และให้คำแนะนำนักเรียนในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมอันพึงประสงค์

เกณฑ์ในการประเมิน

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	3	2	1	0
1. มีวินัย	- ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบต่าง ๆ รวมทั้งมีมารยาทในการเรียนอย่างสม่ำเสมอ มากกว่า 80%	- ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบต่าง ๆ บ้างบางครั้ง รวมทั้งมีมารยาทในการเรียน อยู่ระหว่าง 60%-80%	- ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบต่าง ๆ รวมทั้งมีมารยาทในการเรียนอยู่ระหว่าง 30%-60%	- ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบต่าง ๆ รวมทั้งมีมารยาทในการเรียน น้อยกว่า 30%
2. ใฝ่เรียนรู้	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความพากเพียรพยายามในการเรียนรู้ ให้ความร่วมมือต่อกิจกรรมการเรียนรู้ มากกว่า 80%	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความพากเพียรพยายามในการเรียนรู้ ให้ความร่วมมือต่อกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ระหว่าง 60%-80%	เข้าเรียนไม่ตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความพากเพียรพยายามในการเรียนรู้ ให้ความร่วมมือต่อกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ระหว่าง 30%-60%	เข้าเรียนไม่ตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความพากเพียรพยายามในการเรียนรู้ ให้ความร่วมมือต่อกิจกรรมการเรียนน้อยกว่า 30%
3. มุ่งมั่นในการทำงาน	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จเป็นอย่างดี มากกว่า 80%	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จอยู่ระหว่าง 60%-80%	ไม่ตั้งใจแต่รับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ อยู่ระหว่าง 30%-60%	ปฏิบัติหน้าที่การงานและรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายน้อยกว่า 30%

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	3	2	1	0
4. ความซื่อสัตย์	ทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเองสม่ำเสมอมากกว่า 80%	ทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเอง อยู่ระหว่าง 60%-80%	ทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเองอยู่ระหว่าง 30%-60%	ทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเองน้อยกว่า 30%

การประเมิน

ระดับ 10-12 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับดีมาก

ระดับ 7-9 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับดี

ระดับ 4-6 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับพอใช้

ระดับ 0-3 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับต้องปรับปรุง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง ระบบประสาท

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัดทั้ง 6 ด้าน ได้แก่

1.1 ด้านความรู้ความจำ

1.2 ด้านความเข้าใจ

1.3 ด้านการนำไปใช้

1.4 ด้านการวิเคราะห์

1.5 ด้านการสังเคราะห์

1.6 ด้านการประเมินค่า

2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดในแต่ละข้อเพียงคำตอบเดียว แล้วใช้ดินสอ 2B ฝนลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่นักเรียนเลือก หากต้องการแก้ไขคำตอบให้ใช้ยางลบ ลบให้สะอาดเสียก่อนแล้วจึงฝนคำตอบที่ต้องการแก้ไข

4. เมื่อนักเรียนทำข้อสอบเสร็จแล้ว ให้นำแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบคืนแก่กรรมการควบคุมห้องสอบ

1. สิ่งมีชีวิตที่ไม่มีระบบประสาทแต่สามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ คือข้อใด

ก. พลานาเรีย ข. ดาวทะเล ค. ไฮดรา ง. พารามีเซียม

2. การเกิดส่วนหัวของสิ่งมีชีวิตสัมพันธ์กับข้อใดน้อยที่สุด

ก. การเกิดอวัยวะรับความรู้สึก ข. การรับรู้และตอบสนองได้ดีขึ้น

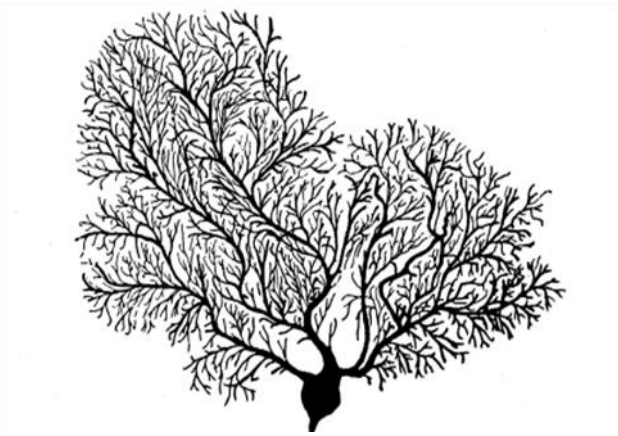
ค. การกระจายข้อมูลได้ทุกทิศทาง ง. การมีศูนย์กลางของระบบประสาท

3. สิ่งมีชีวิตข้อใดต่อไปนี้มี nerve ganglion ทุกชนิด

ก. หมึก ดาวทะเล ไส้เดือนดิน ข. พลานาเรีย แมลงวัน หอย

ค. พยาธิตัวตืด ผึ้ง กัลปังหา ง. กุ้งกุลาดำ ผีเสื้อ ปลิงทะเล

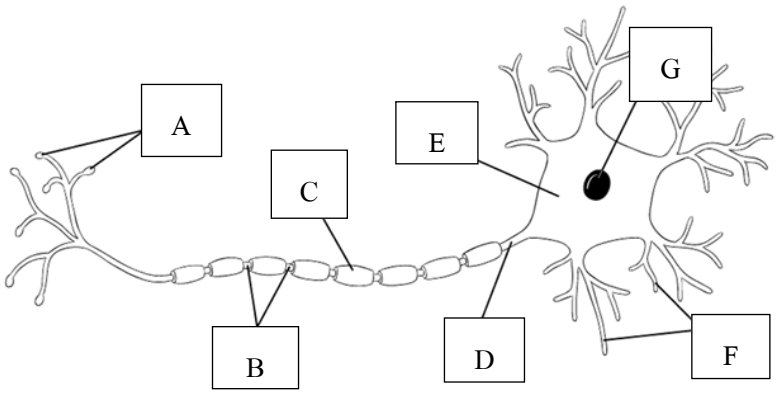
4. เซลล์ประสาทนี้น่าจะพบที่ส่วนใดต่อไปนี้



ก. cerebrum ข. cerebellum

ค. spinal cord ง. hypothalamus

จากภาพต่อไปนี้จงตอบคำถามข้อ 5-6



5. ข้อใดกล่าวถึงเซลล์ในภาพนี้ ไม่ถูกต้อง

ก. ส่วนใหญ่พบในสมองและไขสันหลัง

ข. F นำกระประสาทเข้าสู่ตัวเซลล์ส่วน A ถ่ายทอดกระแสประสารทให้เซลล์อื่น

ค. ถ้า B มีมากกระแสประสาทจะเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น

ง. บริเวณ D จะเป็นบริเวณที่เริ่มเกิด action potential

6. ถ้าเกิดการเสียหายของเซลล์ประสาทส่วนใดเซลล์จะไม่สามารถนำการนำกระแสประสาทเข้าสู่ตัวเซลล์

ก. A ข. D ค. E ง. F

ให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

A. มีการรั่วของ K^+ และ Na^+

B. Na^+-K^+ pump กำลังทำงาน

C. มีศักย์ไฟฟ้าถึงระดับ threshold

D. K^+ มีมากที่นอกเซลล์และ Na^+ มีมากภายในเซลล์

E. ช่อง voltage – gated sodium channel เปิด

F. ช่อง voltage – gated potassium channel เปิด

G. Na^+ มีมากที่นอกเซลล์และ K^+ มีมากภายในเซลล์

7. action potential เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ใดบ้าง

ก. A C E F ข. C D E F ค. A C E ง. B C E F

8. เมื่อเซลล์ประสาทถูกกระตุ้นจนถึงระดับ threshold แล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงจนถึงขั้นที่ K^+ เคลื่อนที่แบบ facilitated diffusion ทำให้ความต่างศักย์ค่อย ๆ เป็นลบ แสดงว่าเป็นเหตุการณ์ใด

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

9. ไซยาไนด์เป็นสารยับยั้งการสร้าง ATP ถ้าใส่สารนี้แก่เซลล์ประสาทจะเกิดเหตุการณ์ใด

ก. Na^+ และ Cl^- ผ่านเข้าออกได้อย่างอิสระ

ข. Na^+ และ Cl^- ถูกขับออกมาตลอดเวลา

ค. K^+ และ Cl^- ถูกขับออกมาตลอดเวลา

ง. Na^+ Cl^- และ K^+ ผ่านเข้าออกได้อย่างอิสระ

10. ถ้าร่างกายขาดแคลเซียม มีผลต่อการทำงานของเซลล์ประสาทอย่างไร

ก. เซลล์จะถูกกระตุ้นอย่างต่อเนื่อง

ข. เซลล์ไม่สามารถเข้าสู่ระยะพักได้

ค. ไม่สามารถกระตุ้นให้เซลล์เกิด action potential ได้

ง. เซลล์ไม่สามารถส่งกระแสประสาทผ่าน synapse ได้

11. ถ้ากระตุ้นเซลล์ประสาทถี่ ๆ ซ้ำ ๆ กันหลายครั้งในขณะที่ภายนอกเซลล์เป็นลบจะมีผลอย่างไร

ก. เกิดกระแสประสาทเท่าเดิม เคลื่อนที่ในอัตราเร็วเท่าเดิม

ข. เกิดกระแสประสาทขนาดเพิ่มขึ้น ทำให้เคลื่อนที่ช้ากว่าเดิม

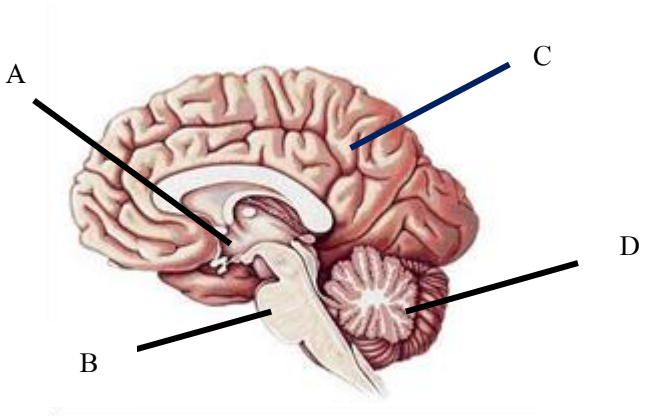
ค. ไม่เกิดกระแสประสาทเพราะไม่มี Na+ -K+ pump

ง. ไม่เกิดกระแสประสาทเพราะเยื่อเซลล์ยังไม่เข้าสู่ระยะพัก

12. เมื่อร่างกายได้รับสารแอมเฟตามีน มีกระตุ้นการหลั่งสารสื่อประสาทบริเวณปลาย axon จะมีผลอย่างไรต่อร่างกาย

ก. รู้สึกอ่อนเพลีย ข. มีอาการตื่นตัว ค. หัวใจเต้นชาลง ง. รู้สึกผ่อนคลาย

จงพิจารณาภาพต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 13-15



13. สมองส่วน A คือข้อใด

ก. pons ข. cerebrum ค. cerebellum ง. hypothalamus

14. จากภาพสมองส่วนใดเมื่อถูกทำลายแล้วทำให้การหายใจผิดปกติ

ก. A ข. B ค. C ง. D

15. ในวันที่อากาศร้อน นักเรียนมีเหงื่อออกมากเนื่องจากการทำงานของสมองส่วนใด

ก. A ข. B ค. C ง. D

16. ถ้านักเรียนมีโอกาสเดินทางไปเป็นนักเรียนแลกเปลี่ยนที่ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีเวลาช้ากว่าประเทศไทย 12 ชั่วโมง ในช่วงแรกนักเรียนอาจมีอาการเมาเวลาเมื่อเดินทางโดยเครื่องบิน (jet lag) มีความรู้สึกอ่อนเพลีย เหนื่อยไม่รู้หาย วิงเวียน อารมณ์เสียไม่มีสาเหตุ กลางคืนนอนไม่หลับ กลางวันง่วงหาว น่าจะเกิดจากสาเหตุใด

ก. การทำงานของสมองส่วน hypothalamus ร่วมกับต่อมไพเนียล

ข. แสงเป็นตัวกระตุ้นให้สมองส่วน pons และ medulla oblongata รับรู้ช่วงวัน

ค. ร่างกายมีการรับรู้และควบคุมนาฬิกาชีวภาพ (biological clock) โดย cerebrum

ง. ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนท้ายเป็นตัวกระตุ้นให้ร่างกายให้รับรู้กลางวันกลางคืน

17. สัตว์ชนิดใดมี optic lobe ใหญ่ที่สุด เมื่อเทียบกับสมองส่วนอื่น ๆ

ก. กบ ข. วัว ค. ปลา ง. จระเข้

18. ข้อใดเป็นการทำงานที่ถูกควบคุมโดยไขสันหลัง

ก. หายใจแรงเมื่อมีการออกกำลังกาย

ข. ปิดตาทันทีเมื่อมีแมลงบินผ่านหน้า

ค. วิ่งหนีทันทีเมื่อเจอสัตว์ที่ดุร้ายเช่นงู

ง. กล้ามเนื้อสั่นสัมผัสเมื่ออากาศหนาว

19. ข้อใดคือศูนย์กลางการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ

ก. สมอง ข. ไขสันหลัง

ค. สมองและไขสันหลัง ง. อยู่เป็นอิสระไม่ขึ้นกับใคร

20. เซลล์ประสาทที่มีตัวเซลล์อยู่ในปมประสาท sympathetic ทำหน้าที่เป็นเซลล์ชนิดใด

ก. เซลล์ประสาทรับความรู้สึก ข. เซลล์ประสาทประสานงาน

ค. เซลล์ประสาทสั่งก่อน synapse ง. เซลล์ประสาทสั่งการหลัง synapse

21. เมื่อเกิดความรู้สึกทางเพศ ส่งผลให้อวัยวะเพศชายเกิดการแข็งตัว เป็นการทำงานที่อยู่ภายใต้ระบบประสาทข้อใด

ก. somatic nervous system

ข. sympathetic nervous system

ค. parasympathetic nervous system

ง. การควบคุมเช่นเดียวกับการเกิดรีเฟลกซ์

22. ข้อใดเป็นจริงเกี่ยวกับระบบประสาทอัตโนวัติ

ก. ระบบประสาท sympathetic ทำหน้าที่ควบคุมกล้ามเนื้อลาย

ข. การทำงานของทั้งสองระบบจะถูกกระตุ้นให้ทำงานต่อเนื่องตลอดเวลา

ค. ปลายประสาทของระบบประสาททั้งสองหลั่ง acetylcholine เป็นสารสื่อประสาท

ง. ระบบประสาท Sympathetic เมื่อถูกกระตุ้นมักทำให้อวัยวะภายในส่วนใหญ่ทำงานเร็วขึ้น

23. ข้อใดเป็นระบบประสาทอัตโนวัติต่างจากข้ออื่น

ก. ม่านตาหรี่ ข. หัวใจเต้นเร็ว

ค. ปวดปัสสาวะ ง. หลั่งน้ำย่อยจากตับอ่อน

24. การตอบสนองในข้อใด ไม่ใช่ การสั่งการจากระบบประสาทอัตโนวัติ

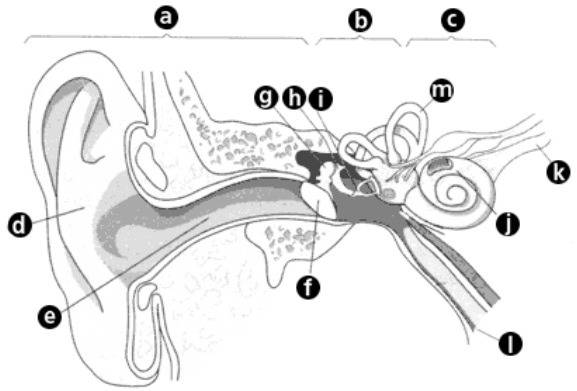
ก. การหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ

ข. การกรพริบตาเมื่อมีผงเข้าตา

ค. การหรี่ของรูม่านตาเมื่อมีแสงจ้า

ง. การหลั่งน้ำย่อยจากกระเพาะอาหาร

จงพิจารณาภาพต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม ข้อ 25-26



25. โครงสร้างอักษร m คือข้อใด

ก. eardrum ข. eustachian tube ค. cochlear ง. semicircular canal

26. สัญญาณเสียงถูกเปลี่ยนเป็นกระแสประสาทในโครงสร้างส่วนใดของหู

ก. f ข. g ค. m ง. J

27.ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับโครงสร้าง f

1) รับคลื่นเสียงเพื่อกลับเข้าสู่หูส่วนกลาง

2) เป็นเยื่อบาง ๆ ยึดอยู่กับกระดูกอ่อน

3) ช่วยในการทรงตัวร่วมกับโครงสร้าง g

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

28. การบริจาคดวงตาหมายถึงการบริจาคโครงสร้างใดของดวงตา

ก. เลนส์ตา ข. กระจกตา

ค. เนื้อเยื่อชั้นเรตินา ง. เนื้อเยื่อชั้นคอรอยด์

29. การรับประทานอาหารแล้วรู้สึกอร่อยเกิดจากการทำงานของข้อใด

1. ตุ่มรับรส 2. เซลล์ประสาทรับความรู้สึกในโพรงจมูก 3. เซลล์ประสาทรับความรู้สึกที่ริมฝีปาก

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

30. ข้อใดจัดเป็น chemoreceptor

ก. เยื่อบุโพรงจมูก ข. เซลล์ในชั้นเรตินา

ค. เซลล์รับรู้อุณหภูมิที่ผิวหนัง ง. เซลล์รับความรู้สึกในคลอเคลีย

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ข้อ 1 ข้อย่อยละ 3 คะแนน รวม 12 คะแนน และข้อ 2 มีคะแนนเต็ม 3 คะแนน ครอบคลุมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทั้ง 5 ด้าน ได้แก่

1.1 การตั้งสมมติฐาน (formulating hypotheses)

1.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining operational)

1.3 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variables

1.4 การทดลอง (experimenting)

1.5 การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion)

2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

3. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้ในแต่ละข้อของแบบทดสอบ

5. เมื่อนักเรียนทำข้อสอบเสร็จแล้ว ให้นำแบบทดสอบคืนแก่กรรมการควบคุมห้องสอบ

1. ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลต่อไปนี้ แล้วออกแบบการทดลองศึกษาปัญหาดังกล่าว

ยาซิสพลาติน (cisplatin) เป็นตัวยาที่ใช้ในการทำเคมีบำบัดให้แก่ผู้ป่วยโรคมะเร็งเต้านม มะเร็งปอดและมะเร็งลำไส้ใหญ่ แต่ด้วยตัวยามีโลหะหนักแพลททินัมเป็นส่วนประกอบนำไปสู่ผลข้างเคียงที่เกิดขึ้นต่ออวัยวะภายใน โดยทำให้เกิดความผิดปกติบริเวณท่อไตฝอย (proximal tubule) ลดค่าอัตราการกรอง (glomerular filtration rate) และทำให้ท่อไตบวม ทำให้ไตไม่สามารถทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์ แม้ในปัจจุบันจะมีการใช้สาร diuretic เช่น ยา Mannitol หรือยา Furosmide ที่ช่วยลดการเกิดการหดตัวของหลอดเลือด และเพิ่มการขับแพลททินัม ทำให้ลดการบวมของท่อไตลงได้ แต่เมื่อใช้ยา Furosmide กับผู้ป่วยสูงอายุจะทำให้มีการขับโซเดียมมากจนเกินไป ผู้ป่วยจะมีอัตราการทำงานของหัวใจลดลง ซึ่งมีความเสี่ยงและมีผลข้างเคียงต่อไปเรื่อย ๆ และได้มีการศึกษาพบว่า กลูตาไธโอน (glutathione) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ร่างการสร้างขึ้นมาสามารถลดผลข้างเคียงของยาตัวนี้ได้ ดังนั้นการใช้สารต้านอนุมูลอิสระตัวอื่น ๆ ที่จะช่วยลดผลข้างเคียงที่มีต่อไตของยา cisplatin เช่นเดียวกับสารเคอร์เซทิน (quercetin) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ที่พบในอาหารธรรมชาติ ได้แก่ หัวหอม ชา บรอคโคลี และแอปเปิล ซึ่งอาจจะช่วยลดผลข้างเคียงของยาตัวนี้และผลข้างเคียงจากการใช้ quercetin อาจจะไม่รุนแรงเท่ากับยาตัวอื่น ๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน อันจะเป็นประโยชน์ในทางการแพทย์และการดูแลสุขภาพของผู้ป่วย

กระบวนการสลายกรดอะมิโนที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยา deamination ทำให้ได้แอมโมเนียออกมา แอมโมเนียที่ได้ร่างกายอาจนำไปใช้สำหรับสังเคราะห์สารประกอบที่มีไนโตรเจนอื่นๆ ส่วนที่เกินความต้องการจะถูกขับออกจากร่างกายในรูปของยูเรียโดยวัฏจักร urea (urea cycle) การสังเคราะห์ยูเรียไนโตรเจนในซีรั่ม เป็นการทดสอบที่ใช้กันแพร่หลายสำหรับตรวจหน้าที่ของไตอย่างคร่าวๆ และนิยมส่งตรวจควบคู่กับการตรวจ creatinine ทั้งนี้เนื่องจากค่าทั้งสองสามารถใช้วินิจฉัยแยกภาวะต่าง ๆ ของไตได้

creatinine สร้างจากเนื้อเยื่อตับ เมื่อสังเคราะห์เสร็จแล้วจะซึม (diffuse) เข้าสู่กระแสเลือดและนำไปเลี้ยงเซลล์ทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งเซลล์จากกล้ามเนื้อ ซึ่ง creatinine จะเปลี่ยนไปเป็น phosphocreatinine เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานสำรองขณะที่เซลล์กล้ามเนื้อในร่างกายทำงาน เมื่อ creatinine ถูกกำจัดออกจากพลาสมาโดยการกรองของกรวยไต และขับออกมาทางปัสสาวะ โดยไม่มีการดูดกลับที่กรวยไต (สำหรับยูเรียจะมีการดูดกลับ) ซึ่งจะเป็นเหตุทำให้อัตราความเร็วของการกำจัด (creatinine clearance) มีค่าค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับอัตราความเร็วของการกำจัดยูเรีย ผู้ป่วยที่มีไตเสียหมายถึง การมีอัตราเร็วของการกรอง creatinine ผ่านกรวยไตลดลง

ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลของสารเควอซิตินต่อการป้องกันภาวะไตวายเฉียบพลันที่เกิดจากยาซิสพลาติน

ตามหัวข้อดังนี้

1.1. สมมติฐานการทดลอง

.....

.....

.....

.....

1.2. การกำหนดและควบคุมตัวแปร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.3. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

.....

.....

.....

.....

1.4. ออกแบบการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

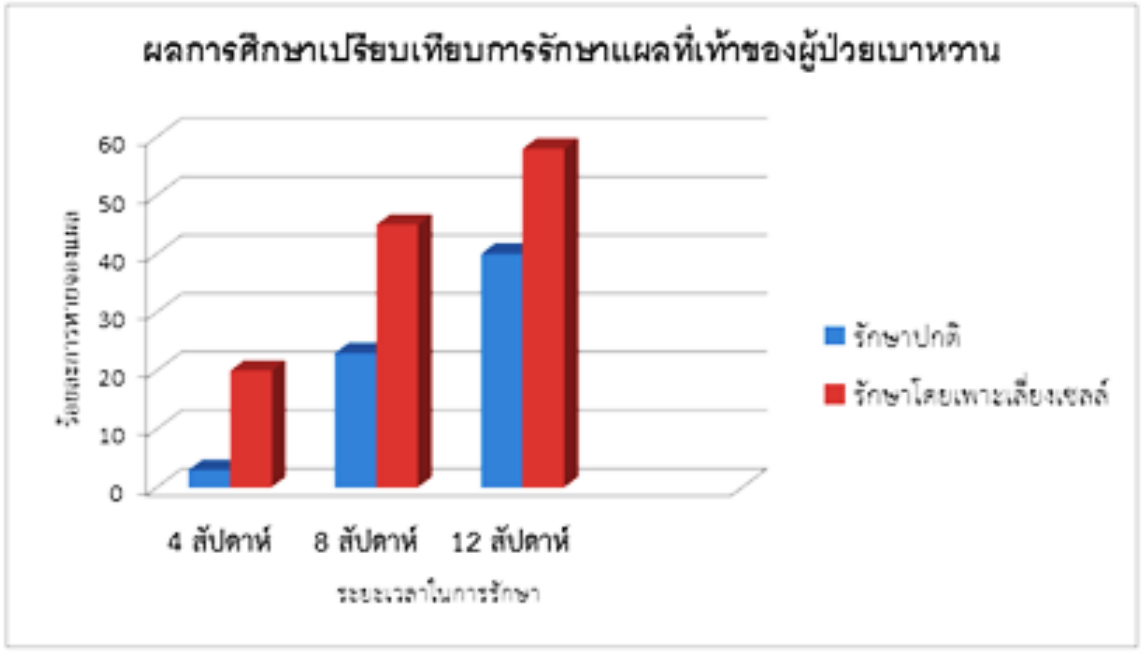
.....

.....

.....

2. โรคเบาหวานเป็นโรคที่ไม่สามารถควบคุมปริมาณน้ำตาลในเลือดได้ นอกจากนี้ คนที่เป็นโรคนี้จะมีการไหลเวียนเลือดไปเลี้ยงส่วนขาได้น้อยลง ด้วยเหตุนี้ผู้ป่วยประมาณ 3 ล้านคนจะมีแผลเน่าเปื่อยที่ขา และหายช้า ซึ่งแต่ละปีจะมีผู้ป่วยถูกตัดขาทิ้งประมาณ 80,000 คน

เซลล์ไฟโบรบลาสต์และเซลล์เคราติโนไซต์สามารถนำมาเพาะเลี้ยงและเจริญเป็นเซลล์ผิวหนังที่สามารถนำมาใช้ปิดบริเวณแผลให้เซลล์มีการแบ่งตัวเพื่อทดแทนเซลล์ของผิวหนังจริง ผลการทดลองที่ทดสอบผลของเซลล์ผิวหนังที่ได้จากการเพาะเลี้ยงและการรักษาแผลด้วยวิธีปกติในผู้ป่วยโรคเบาหวาน ได้แบ่งผู้ป่วยออกเป็น 2 กลุ่ม แบบสุ่ม กลุ่มที่รักษาปกติกลับกลุ่มที่รักษาจากเซลล์เพาะเลี้ยง ทำการรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์



จากการทดลองข้างต้นนักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ง

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน
- การทดสอบทางสถิติ

ตารางภาคผนวก ง-1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบประสาท ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เลขที่	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน
1	18	6	16	14
2	16	12	17	11
3	16	6	18	5
4	9	13	14	11
5	14	8	10	7
6	17	13	14	12
7	11	14	11	9
8	27	12	8	7
9	10	4	11	6
10	26	14	11	10
11	18	9	11	9
12	22	14	12	8
13	21	14	12	10
14	24	12	10	8
15	20	14	11	9
16	17	14	14	5
17	15	6	14	12
18	11	10	10	8
19	11	7	10	8
20	17	10	12	7
21	18	6	12	7
22	18	9	21	11
23	22	9	16	9

ตารางภาคผนวก ง-1 (ต่อ)

เลขที่	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน
24	19	15	10	7
25	21	14	13	11
26	16	15	15	7
27	21	6	9	6
28	13	5	13	10
29	23	10	10	6
30	22	7	13	9
31	22	10	15	10
32	12	9	18	7
33	23	9	18	8
34	12	8	18	8
35	17	11	10	9
36	16	12	10	6
37	17	8	17	9
38	16	6	10	8
39	19	14	14	8
40	16	4	12	9
41	17	11	12	6
42	14	7		

ตารางภาคผนวก ง-2 คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เลขที่	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน
1	5	0	5	2
2	5	3	4	0
3	11	6	5	1
4	11	7	3	1
5	4	1	5	2
6	5	1	3	2
7	3	1	6	2
8	4	2	6	4
9	11	5	6	4
10	13	7	7	4
11	9	5	8	5
12	5	1	3	2
13	9	4	3	2
14	2	3	10	6
15	11	2	7	5
16	8	6	9	4
17	10	3	6	2
18	6	1	8	6
19	5	1	7	4
20	10	8	5	0
21	10	6	2	1
22	8	6	11	6
23	11	7	3	2

ตารางภาคผนวก ง-2 (ต่อ)

เลขที่	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน
24	10	7	8	3
25	5	2	5	3
26	8	3	9	6
27	2	1	7	5
28	8	3	6	5
29	8	1	3	2
30	12	2	2	1
31	9	3	7	6
32	5	3	3	3
33	6	2	2	1
34	12	5	8	6
35	10	6	8	3
36	7	2	4	2
37	7	2	4	3
38	8	4	8	2
39	10	4	7	2
40	5	3	7	2
41	7	3	3	2
42	6	2		

ตารางภาคผนวก ง-3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA

แหล่งความแปรปรวน	SS	*df*	MS	F	*p*
ตัวแปรร่วม (คะแนนสอบก่อนเรียน)	2.158	1	2.158	1.625	.206
วิธีสอน	4.614	1	4.614	3.474	.066
รวม	980.000	83			

* $p < .05$

ตารางภาคผนวก ง-4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA

แหล่งความแปรปรวน	SS	*df*	MS	F	*p*
ตัวแปรร่วม (คะแนนสอบก่อนเรียน)	1.558	1	1.558	1.035	.312
วิธีสอน	23.662	1	23.662	15.712*	.000
รวม	1043.000	83			

* $p < .05$

ตารางภาคผนวก ง-5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA

แหล่งความแปรปรวน	SS	*df*	MS	F	*p*
ตัวแปรร่วม (คะแนนสอบก่อนเรียน)	0.969	1	0.969	0.882	.351
วิธีสอน	5.588	1	5.588	5.083*	.027
รวม	335.000	83			

* $p < .05$

ตารางภาคผนวก ง-6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA

แหล่งความแปรปรวน	SS	*df*	MS	F	*p*
ตัวแปรร่วม (คะแนนสอบก่อนเรียน)	7.836	1	7.836	3.608	.061
วิธีสอน	22.644	1	22.644	10.426*	.002
รวม	1602.000	83			

* $p < .05$

ตารางภาคผนวก ง-7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการสังเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA

แหล่งความแปรปรวน	SS	*df*	MS	F	*p*
ตัวแปรร่วม (คะแนนสอบก่อนเรียน)	2.054	1	2.054	3.666	0.59
วิธีสอน	2.286	1	2.286	4.081*	0.47
รวม	137.000	82			

* $p < .05$

ตารางภาคผนวก ง-8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการประเมินค่าของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA

แหล่งความแปรปรวน	SS	*df*	MS	F	*p*
ตัวแปรร่วม (คะแนนสอบก่อนเรียน)	4.192	1	4.192	6.579	.012
วิธีสอน	10.841	1	10.841	17.012*	.000
รวม	376.000	83			

* $p < .05$

ตารางภาคผนวก ง-9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA

แหล่งความแปรปรวน	SS	*df*	MS	F	*p*
ตัวแปรร่วม (คะแนนสอบก่อนเรียน)	5.825	1	5.825	13.750	.000
วิธีสอน	4.623	1	4.623	10.912*	.001
รวม	277.000	83			

* $p < .05$

ตารางภาคผนวก ง-10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติANCOVA

แหล่งความแปรปรวน	SS	*df*	MS	F	*p*
ตัวแปรร่วม (คะแนนสอบก่อนเรียน)	33.997	1	33.997	31.823	.000
วิธีสอน	8.088	1	8.088	7.570*	.007
รวม	305.000	83			

* $p < .05$

ตารางภาคผนวก ง-11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA

แหล่งความแปรปรวน	SS	*df*	MS	F	*p*
ตัวแปรร่วม (คะแนนสอบก่อนเรียน)	7.423	1	7.423	12.613	.001
วิธีสอน	2.385	1	2.385	4.052*	.047
รวม	95.000	83			

* $p < .05$

ตารางภาคผนวก ง-12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะการทดลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA

แหล่งความแปรปรวน	SS	*df*	MS	F	*p*
ตัวแปรร่วม (คะแนนสอบก่อนเรียน)	24.395	1	24.395	44.654	.000
วิธีสอน	6.708	1	6.708	12.278*	.001
รวม	123.000	83			

* $p < .05$

ตารางภาคผนวก ง-13 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ ANCOVA

แหล่งความแปรปรวน	SS	*df*	MS	F	*p*
ตัวแปรร่วม (คะแนนสอบก่อนเรียน)	3.729	1	3.729	17.497	.000
วิธีสอน	.937	1	.937	4.396*	.039
รวม	386.000				

* $p < .05$