


ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E)  
ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาท  
และอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5


ชยพัทธ์ ศรีกรวด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
มิถุนายน 2558  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

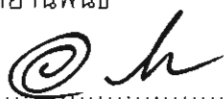
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา  
วิทยานิพนธ์ของ ชยพัทธ์ ศรีกรด ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม  
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

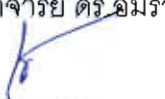
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

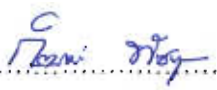
  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก  
(ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

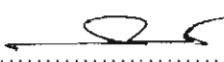
  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

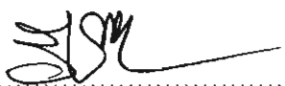
  
..... ประธาน  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมรา เขียวรักษา)

  
..... กรรมการ  
(ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

  
..... กรรมการ  
(ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์ อเนกสุข)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

  
..... คณะบดีคณะศึกษาศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ 27 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2558

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดีด้วยการอนุเคราะห์จาก ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้สละเวลาอันมีค่า กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ อย่างดียิ่งตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและความเป็นแบบอย่างของครูที่ดีของท่าน เป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมรา เขียวรักษา และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์ อเนกสุข กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้ คำชี้แนะ คำปรึกษา และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนทำให้ งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สมพร บุษปวนิช อาจารย์ขวัญใจ สุวรรณ อาจารย์ปติญา ศิลาแลง อาจารย์มันทนา เมฆิยานนท์ และ ดร.พรรณทิพา พรหมรักษ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยได้ให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษา คณะครูอาจารย์และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/ 2, 5/ 5 และ 5/ 7 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง ที่ได้ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพเครื่องมือ ดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี จนทำให้การวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนทุนการศึกษาตลอดหลักสูตรและทุนการศึกษาในการทำวิจัยแก่นิสิตโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ขอขอบพระคุณอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสถิต และคุณแม่วันเพ็ญ ศรีกรรต และสมาชิกครอบครัวทุกท่าน ที่ให้กำลังใจ ค่อยห่วงใย และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา ขอขอบคุณเพื่อน ๆ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ และสาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และมีมิตรภาพที่ดีต่อกันเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูคุณเวที แต่นุภาพริบรพอาจารย์ กัลยานิมิต ผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ได้อบรมสั่งสอนและประสิทธิ์ประสาทวิชาให้แก่ผู้วิจัย จนประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

ชยพัทธ์ ศรีกรรต

56910201: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E)/ เทคนิคแผนผังทางปัญญา/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา/ การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์/ เจตคติต่อวิชาชีววิทยา

ชยพัทธ์ ศรีกรวด: ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (THE EFFECT OF 5E INQUIRY LEARNING CYCLE MODEL AND MIND MAPPING TECHNIQUE ON "NERVOUS SYSTEM AND SENSORY ORGAN" FOR 11<sup>th</sup> GRADE STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: เชษฐ ศรีสวัสดิ์, กศ.ด., กิตติมา พันธุ์พุกษา, กศ.ด., 227 หน้า. ปี พ.ศ. 2558.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม 1 ห้องเรียน จำนวน 42 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก จำนวน 6 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที่ (*t-test*) แบบ Dependent sample และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยากับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้การทดสอบค่าที่ (*t-test*) แบบ One sample

ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

56910201: MAJOR: SCIENCES TEACHING; M.Ed. (SCIENCES TEACHING)  
KEYWORDS: 5E INQUIRY LEARNING CYCLE MODEL/ MIND MAPPING TECHNIQUE/  
BIOLOGY LEARNING ACHIEVEMENT/ SCIENTIFIC ANALYTICAL  
THINKING/ ATTITUDE TOWARDS BIOLOGY

CHAYAPAT SRIKROD: THE EFFECT OF 5E INQUIRY LEARNING CYCLE  
MODEL AND MIND MAPPING TECHNIQUE ON "NERVOUS SYSTEM AND SENSORY  
ORGAN" FOR 11<sup>th</sup> GRADE STUDENTS: CHADE SIRISAWAS, Ed.D., KITTIMA  
PANPRUEKSA, Ed.D. 227 P. 2015

The purposes of this research were to study Biology learning achievement, scientific analytical thinking, and attitude towards Biology of eleventh grade students using the 5E inquiry learning cycle model and mind mapping technique. The samples for this research consisted of 42 eleventh grade students at Rayongwittayakom School in the first semester of academic year 2014. The samples were selected by using cluster random sampling. The research instruments were six lesson plans using 5E inquiry learning cycle model and mind mapping technique on "Nervous System and Sensory Organ", biology learning achievement test, scientific analytical thinking test and attitude towards biology test. The researcher compared the difference between pretest and posttest mean scores of Biology learning achievement, scientific analytical thinking, and attitude towards Biology using dependent sample t-test and comparing the difference between posttest mean scores of Biology learning achievement and criterion using one sample t-test.

The research findings were that the posttest mean scores of Biology learning achievement, scientific analytical thinking, and attitude towards Biology of eleventh grade students after using the 5E inquiry learning cycle model and mind mapping technique were statistically significant higher than the pretest mean scores of that at the .05 level, and Biology learning achievement were statistically significant higher than 75 percent criterion at the .05 level.

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
สารบัญ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ช
สารบัญภาพ .....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
สมมติฐานของการวิจัย.....	7
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	7
ขอบเขตของการวิจัย.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	14
คำอธิบายรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม รหัสวิชา ว32242 กลุ่มสาระการเรียนรู้	
วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนระยองวิทยาคม.....	17
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E).....	20
เทคนิคแผนผังทางปัญญา.....	38
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	44
การคิดวิเคราะห์ ทางวิทยาศาสตร์.....	50
เจตคติต่อวิชาชีววิทยา.....	55
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	61

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3	69
3	69
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	69
รูปแบบการวิจัย.....	70
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	70
การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	71
วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	95
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	95
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	96
4	101
4	101
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	101
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	101
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	102
5	106
5	106
สรุปผลการวิจัย.....	106
อภิปรายผล.....	107
ข้อเสนอแนะ.....	112
บรรณานุกรม.....	114
ภาคผนวก.....	122
ภาคผนวก ก.....	123
ภาคผนวก ข.....	133
ภาคผนวก ค.....	174
ภาคผนวก ง.....	225
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	227

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 แสดงผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 2 รหัสวิชา ว32242.....	18
2-2 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของเฮอบาร์ท.....	21
2-3 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของจอห์น ดิวอี้.....	22
2-4 วัฏจักรการเรียนรู้ของฮีอิส, โอบรัน และฮูฟแมน.....	23
2-5 วัฏจักรการเรียนรู้ของแอกทิน-คาร์ปัส หรือรูปแบบการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ (SCIS).....	24
2-6 การเปรียบเทียบขั้นตอนของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ SCIS และรูปแบบการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ 5E ของ BSCS.....	24
2-7 บทบาทครูในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle หรือ 5E).....	31
2-8 บทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5E).....	33
2-9 เจตคติและพฤติกรรมการแสดงออก.....	56
3-1 แบบแผนการทดลองแบบ One group pretest-posttest design .....	70
3-2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ในด้านต่าง ๆ ดังนี้.....	71
3-3 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระที่ 1 เรื่อง ประชาชนและอวัยวะรับความรู้สึก.....	73
3-4 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับ จุดประสงค์การเรียนรู้.....	81
3-5 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ และสถานที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน.....	89



สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3-6 วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติและน้ำหนักรูปแบบวัดเจตคติ ต่อวิชาชีววิทยา.....	92
4-1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและ อวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค แผนผังทางปัญญา ก่อนเรียนและหลังเรียน.....	102
4-2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและ อวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค แผนผังทางปัญญา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 (22.5 คะแนนจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน).....	103
4-3 การเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา.....	104
4-4 การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา.....	105
ข-1 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 1 เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง.....	134
ข-2 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 2 เรื่อง เซลล์ประสาท.....	136
ข-3 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 3 เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท.....	138
ข-4 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 4 เรื่อง ศูนย์ควบคุมระบบประสาท.....	140

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข-5 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 5 เรื่อง การทำงานของระบบประสาท.....	142
ข-6 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 6 เรื่อง อวัยวะรับความรู้สึก.....	144
ข-7 แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง.....	146
ข-8 แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เซลล์ประสาท.....	147
ข-9 แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท.....	149
ข-10 แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ศูนย์ควบคุมระบบประสาท.....	151
ข-11 แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การทำงานของระบบประสาท.....	153
ข-12 แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง อวัยวะรับความรู้สึก.....	155
ข-13 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาชีววิทยา.....	157
ข-14 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาท และอวัยวะรับความรู้สึก.....	159
ข-15 แสดงค่า $p$ , $q$ และ $pq$ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ข้อสอบปรนัย) จำนวน 30 ข้อ.....	160
ข-16 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ ทางวิทยาศาสตร์.....	162

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข-17 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์.....	164
ข-18 แสดงค่า $p$ , $q$ และ $pq$ ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ข้อสอบปรนัย) จำนวน 30 ข้อ.....	165
ข-19 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง ( $IOC$ ) ของข้อความที่แสดงถึงเจตคติ ต่อวิชาชีพวิทยาในด้านต่าง ๆ.....	168
ข-20 แสดงค่าอำนาจจำแนก ( $r_{xy}$ ) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา.....	169
ข-21 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีพวิทยาที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน).....	171
ข-22 คะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน).....	172
ข-23 คะแนนเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาที่ได้จากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 75 คะแนน).....	173

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	13
2-1 การเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น.....	29
3-1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้.....	79
3-2 แสดงขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน.....	88
3-3 แสดงขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทาง วิทยาศาสตร์.....	91
3-4 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพ.....	94

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ศตวรรษที่ 21 เป็นศตวรรษแห่งการเปลี่ยนแปลงทางสังคมโลก เป็นโลกแห่งการติดต่อสื่อสารที่รวดเร็ว และไร้พรมแดน ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงมีบทบาทสำคัญอย่างมาก (สกุล มูลแสดง, 2554, หน้า 53) ต่อการดำรงชีวิต มนุษย์จำเป็นต้องพึ่งพาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อตอบสนองของความต้องการในด้านต่าง ๆ ทั้งความสะดวกสบาย ความบันเทิง และในด้านการพัฒนาประเทศ ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรม การแพทย์ การเกษตร และด้านการศึกษา ซึ่งถือได้ว่าเป็นรากฐานที่สำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคมของประเทศ ให้มีความเจริญก้าวหน้า (ศุภลักษณ์ วัฒนาวิวัฒน์, 2542, หน้า 18-19) การศึกษาสามารถพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีความสามารถในด้านต่าง ๆ อย่างสมบูรณ์และรอบด้าน ทั้งด้านคุณธรรม จริยธรรม ด้านความรู้ความเข้าใจ ความสามารถในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา การปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วตามกระแสของโลก สอดคล้องกับจุดประสงค์ของแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับปรับปรุง (พ.ศ. 2552-2559) มุ่งเน้นที่การพัฒนาคนไทยให้เป็นคนดี คนเก่ง มีความสุข มีความรู้เชิงวิชาการ ใฝ่เรียนรู้และแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต มีสุขภาพทั้งทางกายและใจที่สมบูรณ์ มีคุณธรรม จริยธรรมในการดำรงชีวิต สามารถประกอบอาชีพอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข เพื่อเป็นเป้าหมายและฐานหลักในการพัฒนาประเทศ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2553) ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ มีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาคนในชาติ ให้มีความสามารถในทุกด้านผ่านกระบวนการเรียนรู้ ปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้วิธีการที่จะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รักที่จะเรียนรู้ตลอดชีวิต จัดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อตอบสนองของความสามารถ ความต้องการ และความถนัดของผู้เรียน เน้นให้ความสำคัญกับผู้เรียน ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544, หน้า 56) ในกระบวนการจัดการเรียนต้องฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญหน้า การประยุกต์ความรู้เพื่อแก้ปัญหา และต้องคำนึงถึงความแตกต่างของแต่ละบุคคล (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา [สมศ.], 2547, หน้า 12-14)

วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์พัฒนาวิธีคิด การคิดที่มีเหตุมีผล คิดอย่างสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัยค้น มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างมีระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้

การศึกษาทางวิทยาศาสตร์สำหรับประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศที่มีอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก ชีวิตวิทยาจึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับคน สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยีชีวภาพอันเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงผลผลิตทางการเกษตร อุตสาหกรรม สาธารณสุข และสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะทำให้คุณภาพชีวิตของมนุษย์ดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้วิทยาศาสตร์ และเพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 1-2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญ และคุณภาพการศึกษาเป็นตัวชี้วัดศักยภาพของการพัฒนาทางเศรษฐกิจ

ถึงแม้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต แต่ความสามารถทางวิชาการ โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยยังไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งพิจารณาได้จากรายงานการประเมินการรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ซึ่งประเมินด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุประเด็นวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ผลการประเมินพบว่า ในปี ค.ศ. 2000, 2003, 2006, 2009 และ 2012 นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย 421, 432, 429, 425 และ 444 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานขององค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (Organization for economic co-operation and development: OECD) ที่ได้กำหนดคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานที่ 500 คะแนน จัดว่ามีค่าเฉลี่ยคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์เฉลี่ยอยู่ในกลุ่มต่ำ แสดงให้เห็นถึงการขาดทักษะความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนไทย (สุนีย์ คล้ายนิล และปรีชาญ เดชศรี, 2549, หน้า 61-79; โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556, หน้า 23-24) ประกอบกับผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ประจำปีการศึกษา 2556 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า คะแนนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 30.48 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 50 และเมื่อพิจารณาผลคะแนน O-NET ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนระยองวิทยาคม พบว่า คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 39.32 และจากการศึกษาผลคะแนนตามมาตรฐานการเรียนรู้ พบว่า ในสาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐาน ว.1.1 ในระดับโรงเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 43.12 ซึ่งก็ยังคงถือว่ามีความอยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2556) ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับ เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

ระบบต่อมไร้ท่อ เป็นต้น และจากการที่ผู้วิจัยได้ไปศึกษาชั้นเรียน ณ วันที่ 22, 29 พฤศจิกายน และ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2556 ได้รับทราบข้อมูลเบื้องต้น ทั้งจากการสัมภาษณ์นักเรียน และ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 2 โรงเรียนระยองวิทยาคม การตรวจดูสมุดจดบันทึกและแบบฝึกหัดของนักเรียนที่เรียนในรายวิชานี้ พบว่า เนื้อหาเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก เป็นเนื้อหาหนึ่งที่ประสบปัญหาในการจัดการเรียนการสอน และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เพราะนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจในเนื้อหาที่เรียน ขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ การเชื่อมโยงความรู้ และความสนใจในการเรียนวิชาชีววิทยา เนื่องจากมองว่าวิชาชีววิทยาเป็นวิชาที่มีเนื้อหาในลักษณะค่อนข้างเป็นนามธรรมซับซ้อน และที่มีเนื้อหามาก ต้องอาศัยการท่องจำเพียงอย่างเดียว จึงทำให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการคิดในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้เรียนมา จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาในวิชาชีววิทยาของนักเรียนไม่เกิดกระบวนการทางด้านการคิดวิเคราะห์ ขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และไม่เกิดกระบวนการเรียนรู้ ที่หลากหลาย จึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ (นาคยา ปิลาณานนท์, สมถวิล ธนะโสภณ และมธุรส จงชัยกิจ, 2553, หน้า 15) เช่นเดียวกันกับ คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติและกองทุนสนับสนุนการวิจัย ได้กล่าวถึงผลการประเมินคุณภาพของผลผลิตการศึกษาว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่เป็นที่น่าพอใจ ขาดทักษะกระบวนการคิด การคิดเชิงวิจารณ์ คิดวิเคราะห์ คิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดแบบวิทยาศาสตร์ (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2541, หน้า 9-10)

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2546, หน้า 219) มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism) ที่ให้ความสำคัญกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่เพื่อประยุกต์กับความรู้ใหม่ที่ได้รับ แล้วสร้างเป็นองค์ความรู้ เป็นการจัดการเรียนการสอนมุ่งให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยวิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติและแก้ปัญหาด้วยตัวเอง จนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2546, หน้า 220) ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และมีความรู้ในคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น (Lawson, 2000, p. 89) มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการคิดได้ดี ทำให้นักเรียนฝึกคิดให้ลึกซึ้ง หรือกว้างไกลมากขึ้น กว่าเดิมซึ่งจะช่วยทำให้สามารถพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงได้ดียิ่งขึ้น (สมบัติ การจนารักษ์พงศ์,

2549, หน้า 11) ซึ่ง สสวท. (2546, หน้า 220) ได้นำวิธีการสอนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ โดยเสนอการจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักร การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน กิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกถาม-ตอบ ฝึกการสื่อสาร ฝึกการนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์วิจารณ์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้กำกับ ควบคุม ดำเนินการให้คำปรึกษาชี้แนะ ช่วยเหลือ ให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้นส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดและเรียนรู้ ด้วยตนเอง ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน อาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้าง คำถาม 2) ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นการนำข้อมูลที่ได้ออกมา วิเคราะห์ แปลผล สรุป และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ 4) ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ 5) ขั้นประเมิน เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่ามีความรู้อะไร อย่างไรมากน้อยเพียงใด และนำไปประยุกต์ ใช้อย่างไร (สสวท., 2546, หน้า 219-220)

นอกจากนั้นแล้ว แผนผังทางปัญญา (Mind mapping) ที่พัฒนาขึ้นโดย โทนี บูซาน (Tony Buzan) นักจิตวิทยาชาวอังกฤษ มีความเชื่อพื้นฐานว่า ระบบความคิดของมนุษย์ มี ลักษณะคล้ายกับการทำงานของสมองมนุษย์ ที่มีเซลล์ประสาทแต่ละเซลล์ทำงานเชื่อมโยงกัน อย่างไม่มีที่สิ้นสุด การทำงานในสมองมนุษย์เช่นนี้ เรียกว่า การคิดรอบทิศทาง (Radiant thinking) ซึ่งแผนผังทางปัญญาเปรียบเสมือนเครื่องมือที่ใช้ในการแสดงออกทางความคิด ที่มีลักษณะ การเขียนแผนผังได้รอบทิศทางไม่มีที่สิ้นสุด (Buzan & Buzan, 1994, หน้า 59) สามารถนำมา ประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยเปลี่ยนวิธีการจดบันทึกเนื้อหาแบบเดิมที่ยึดยาวเต็มไป ด้วยตัวอักษร เป็นบรรทัด ๆ เป็นแถว ๆ ให้ปากกาสีเพียงสีเดียว มาเป็นการจดบันทึกและสรุปความรู้ ความเข้าใจด้วย Mind mapping ที่มีสีสันสดใส น่าจดจำ มีคำ ภาพ สัญลักษณ์ แผ่กระจายเป็น รัศมี แดกแขนงเชื่อมโยงออกจากกรอบ ๆ หัวเรื่องที่เป็นศูนย์กลาง มีโครงสร้างการจัดเรียงข้อมูลที่ดี ทำงานสอดคล้องไปกับธรรมชาติของสมอง (ธัญญา ผลอนันต์ และขวัญฤดี ผลอนันต์, 2550, หน้า 24) เป็นการแสดงออกของความรู้ความคิดของผู้เรียนที่ได้รับรู้มา ทำให้ผู้เรียนเข้าใจถึง ประเด็นหลักสำคัญของความรู้ และความสัมพันธ์ของเนื้อหาอย่างชัดเจน สามารถเชื่อมโยง ความคิดอย่างเป็นระบบเรียงลำดับอย่างต่อเนื่อง จนเกิดเป็นความเข้าใจอย่างมีความหมายใน เนื้อหานั้น ๆ มากยิ่งขึ้น (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, หน้า 263-266) นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนา



ศักยภาพของสมอง และการจัดระบบความคิดที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2552, หน้า 54-59 )

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) เป็นวิธีการสอนที่มีลักษณะเด่น นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นการเน้นทักษะการคิดระดับสูง ได้แก่ คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า และคำตอบที่ได้จากการเรียนรู้และสรุปด้วยตัวนักเรียนเอง จะจดจำได้นาน และเป็นการจำที่เกิดจากความเข้าใจ ซึ่งสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติที่ดีในการเรียน (วัชรา เล่าเรื่องดี, 2554, หน้า 102) ช่วยเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้หลายประการ จากการศึกษาผลงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ของจงกลรัตน์ อาศัตต (2544, หน้า 112) สุรจิตา เศรษฐภักดี (2547, หน้า 153) ยาวลักษณ์ ชื่นอารมย์ (2549, หน้า 50-51) สุธารพิงค์ โนนศรีชัย (2550, หน้า 65-66) สุนิตย์ ขอนสั๊ก (2551, หน้า 95) และเพ็ญทิว สุคำภา (2552, หน้า 46-48) พบว่า มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนสูงขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับสูง นอกจากนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะสอดแทรกเทคนิคแผนผังทางปัญญา ในชั้นอธิบายและลงข้อสรุป ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) เนื่องจากเป็นขั้นตอนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้อธิบายความคิด สรุปความรู้ ซึ่งเป็นองค์รวมของเนื้อหาทั้งหมด รวมทั้งได้เข้าใจถึงประเด็นหลักที่สำคัญของความรู้ เชื่อมโยงความรู้ความคิดอย่างเป็นระบบ โดยเทคนิคผังแผนทางปัญญาจะส่งเสริมการแสดงออกทางความคิดผ่านการจดบันทึกในรูปแบบแผนผัง ที่มีสีสันสดใส น่าจดจำ มีคำ ภาพ สัญลักษณ์ แผ่กระจายเป็นรัศมี แดกแขนงเชื่อมโยงออกจากรอบ ๆ หัวเรื่องที่เป็นศูนย์กลาง เห็นถึงความเชื่อมโยงกันของเนื้อหาทั้งหมด ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น (Buzan, 1991, pp. 27-59) สามารถพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง การสร้างองค์ความรู้ การจัดระบบและการเชื่อมโยงความคิด และช่วยให้จดจำได้ดีขึ้น (สุวิทย์ มูลคำ, 2551, หน้า 20-22) จากการศึกษาผลงานวิจัยที่ผ่านมาของสุพรรณิ สุวรรณจรัส (2543, หน้า 140) นิปาตีเมาะ หะยี่หามะ (2546, หน้า 85) และจุฬาลักษณ์ ภูปัญญา (2550, หน้า 81-82) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญาช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้น และยังพบว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยของปรียา สุขเจริญ (2549, หน้า 88-90) ที่ศึกษาผลการใช้วัฏจักรการเรียนรู้และการสร้างแผนที่ความคิด ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อ

วิชาชีววิทยาของนักเรียน ช่วงชั้นที่ 4 ปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบ วัฏจักรการเรียนรู้และการสร้างแผนที่ความคิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและเจตคติต่อ วิชาชีววิทยาสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งมี งานวิจัยของอุไรวรรณ โคตะสา (2553, หน้า 3) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบต่าง ๆ ในร่างกาย โดยใช้เทคนิคแผนผังความคิด (Mind mapping) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลัง เรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญาอยู่ในระดับมาก ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา จึงเป็น การจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้จัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา

จากเหตุผลที่แสดงถึงความสำคัญและจำเป็นดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา มาใช้ในการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบ ประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม โดยมี การสอดแทรกเทคนิคแผนผังทางปัญญา ในชั้นอธิบายและลงข้อสรุป ของการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) โดยมีจุดมุ่งหมายในการส่งเสริมและพัฒนาให้ ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เกิดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อ วิชาชีววิทยา ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ในปัจจุบันมุ่งเน้นพัฒนา ผู้เรียนให้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยวิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ ฝึกทักษะ กระบวนการคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง จนเกิดความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553 หลักสูตร ชั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและ อวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ก่อนเรียนและ หลังเรียน

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75

3. เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ก่อนเรียนและหลังเรียน

4. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ก่อนเรียนและหลังเรียน

### สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

3. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. เจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

### ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ผู้วิจัยได้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติต่อวิชาชีววิทยาสูงขึ้น

2. เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้แก่ผู้ที่สนใจ

### ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถของนักเรียน จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวน 280 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 42 คน

#### 2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา โดยมีคุณสมบัติความเป็นตัวแปร เนื่องจากมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ วิชาชีววิทยา เรื่อง ประชาทและอวัยวะรับความรู้สึก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ต่อไปนี้

3.1 การรับรู้และการตอบสนอง

3.2 เซลล์ประสาท

3.3 การทำงานของเซลล์ประสาท

3.4 ศูนย์ควบคุมระบบประสาท

3.5 การทำงานของระบบประสาท

### 3.6 อวัยวะรับความรู้สึก

#### 4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ใช้เวลาในการทดลอง 18 คาบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการวิจัยเอง

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) หมายถึง รูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้ศึกษาคิดค้นขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์ การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ประกอบด้วย 5 ขั้น คือ

1.1 ขั้นสร้างความสนใจเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ครูจัดกิจกรรมตั้งคำถามหรือสร้างสถานการณ์กระตุ้นให้นักเรียนคิด เกิดความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น จากนั้นดำเนินการสอนเนื้อหาสาระบางส่วนเกี่ยวกับบทเรียน

1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนทำงานร่วมกันในการศึกษาค้นหาข้อมูล ครูสังเกตและฟัง การโต้ตอบกันของนักเรียน เมื่อมีปฏิสัมพันธ์กัน ชักถามนำ เพื่อให้นักเรียนคิดและสืบค้น ทำหน้าที่แนะนำให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในยามจำเป็น

1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิด หรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผล และอธิบายให้กระจ่างชัด

1.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์ จากการสืบออก ส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนผังทางปัญญา คำจำกัดความและอธิบายสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่

1.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ซึ่งมีทั้งการประเมินการเรียนรู้ การปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน ซึ่งจะทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล

2. เทคนิคแผนผังทางปัญญา หมายถึง ความคิดซึ่งเกิดจากความรู้ ความเข้าใจ การเชื่อมโยงประเด็นสำคัญต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันอย่างมีทิศทาง โดยมีหัวข้อ (Main topic) อยู่ตรงกลางของแผนผัง แล้วมีประเด็นสำคัญ ประเด็นรอง และประเด็นย่อย ๆ ที่เกี่ยวข้อง

กระจายออกเป็นรัศมี กิ่งก้านสาขาออกจากศูนย์กลาง โดยมีเส้นที่ใช้เชื่อมโยงในประเด็นต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เป็นรูปแบบการจดบันทึกความรู้ ความเข้าใจ และการเชื่อมโยงความรู้การจัดลำดับความคิดอย่างเป็นระบบ

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา หมายถึง รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะแบบหนึ่งที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ (Inquiry approach) ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง โดยนำเทคนิคแผนผังทางปัญญามาใช้ร่วมกับขั้นอธิบายและลงข้อสรุป แบ่งการสอนออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขั้นสร้างความสนใจ เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ครูจัดกิจกรรมตั้งคำถามหรือสร้างสถานการณ์กระตุ้น ให้นักเรียนคิด เกิดความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น จากนั้นดำเนินการสอนเนื้อหาสาระบางส่วนเกี่ยวกับบทเรียน

3.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนทำงานร่วมกันในการศึกษาค้นหาข้อมูล ครูสังเกตและฟัง การโต้ตอบกันของนักเรียน เมื่อมีปฏิสัมพันธ์กัน ชักถามนำเพื่อให้นักเรียนคิดและสืบค้น ทำหน้าที่แนะนำให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในยามจำเป็น

3.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิด หรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผล และอธิบายให้กระจ่างชัด ให้นักเรียนอธิบาย และชี้บอกส่วนต่าง ๆ จากความรู้ความเข้าใจ ลงในแผนผังทางปัญญา

3.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์ จากการที่บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนผังทางปัญญาคำจำกัดความและอธิบายสิ่งที่เรารู้มาแล้ว ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่

3.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ซึ่งมีทั้งการประเมินการเรียนรู้ การปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน ซึ่งจะทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หมายถึง คะแนนความสามารถในการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ประชากรและอวัยวะรับความรู้สึก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งครอบคลุมพฤติกรรม 3 ด้าน ดังนี้

4.1 ความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการจดจำที่ได้เรียนรู้อย่างมาแล้วเป็นเรื่องเกี่ยวกับความรู้คำศัพท์ ข้อเท็จจริง คำนิยาม โครงสร้าง หลักการหรือหลักวิชา กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

4.2 ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถที่นำความรู้มาอธิบายตีความ แปลความ ขยายความ และสรุปประเด็นใจความสำคัญได้

4.3 การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ความเข้าใจที่มีไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่แตกต่างจากสิ่งที่เคยได้เรียนรู้อย่างมาก่อน โดยพิจารณาจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาจำแนกแยกแยะ องค์ประกอบเนื้อหา เหตุการณ์ เรื่องราวต่าง ๆ อย่างรอบคอบมีเหตุผล เพื่อสืบค้นข้อเท็จจริงของคำตอบ การตัดสินใจหรือการสรุปอย่างสมเหตุสมผล สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งครอบคลุมความสามารถของผู้เรียน 3 ด้าน ดังนี้

5.1 ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาหรือจำแนก แจกแจง องค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ ว่ามีสาระสำคัญอะไร มีปัจจัยอะไรบ้าง มีเหตุผลอย่างไร หรือหาสาเหตุของเรื่องราวเหตุการณ์ได้ชัดเจน

5.2 ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้องของส่วนสำคัญต่าง ๆ ของเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้นจะส่งผลกระทบต่ออย่างไร

5.3 ด้านการวิเคราะห์หลักการ หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้นว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใดเป็นแกนกลาง

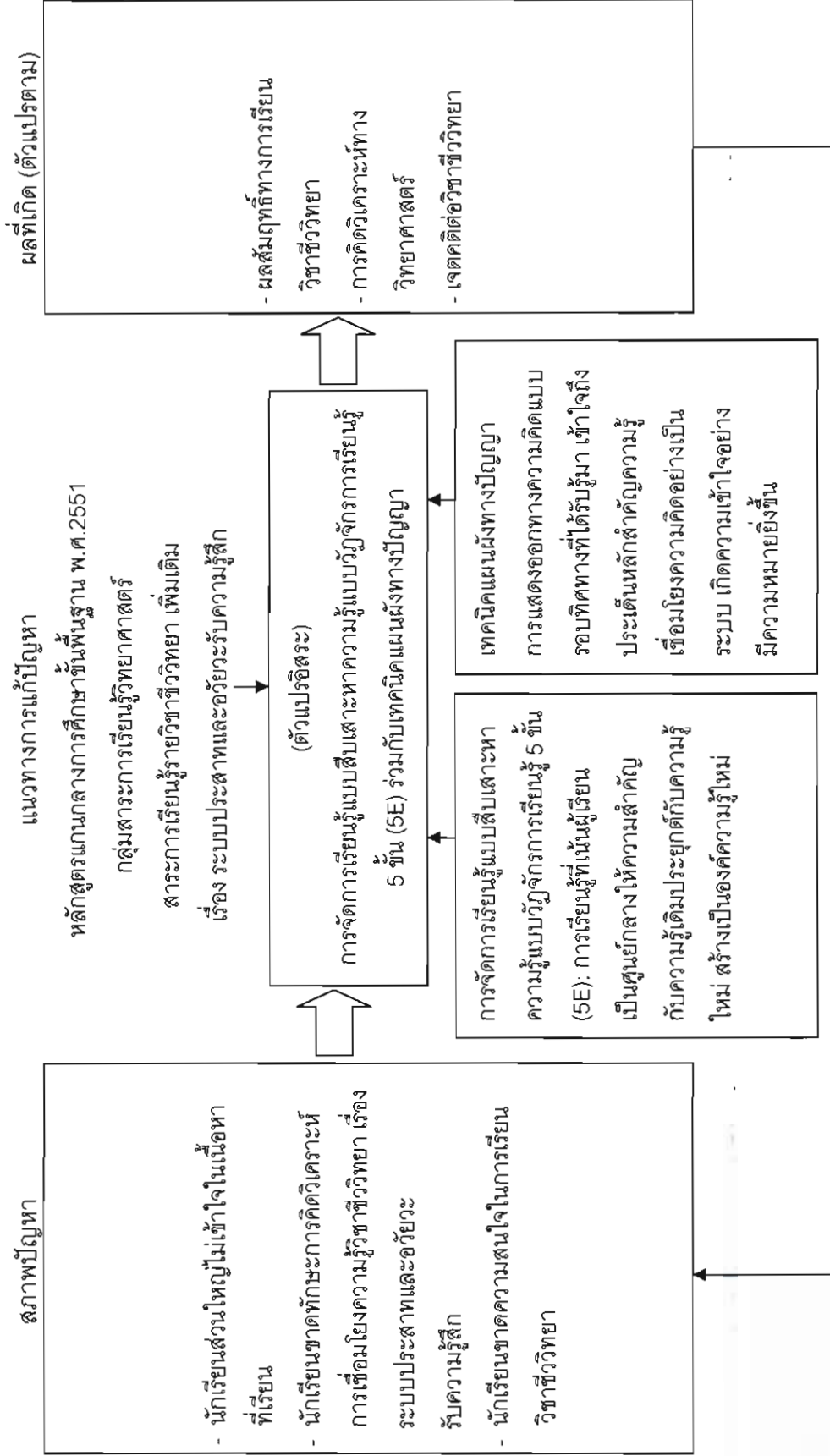
6. เจตคติต่อวิชาชีววิทยา หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาชีววิทยาที่ได้รับการสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ซึ่งแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยาประกอบด้วยคำถามครอบคลุม 5 ด้าน ดังนี้

- 6.1 ความรู้สึกต่อวิชาชีพวิทยา
- 6.2 ความสำคัญของวิชาชีพวิทยา
- 6.3 ความชื่นชอบในวิชาชีพวิทยา
- 6.4 ความสนใจในวิชาชีพวิทยา
- 6.5 การมีส่วนร่วมในวิชาชีพวิทยา

โดยพิจารณาคะแนนจากการตอบแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา ซึ่งเป็นแบบลิเคิร์ต (Likert scale) จำนวน 15 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

7. เกณฑ์ร้อยละ 75 หมายถึง การประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ที่ระดับเกณฑ์คะแนนที่ต่ำที่สุดในระดับดี เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม 100 คะแนน ตามเกณฑ์การประเมินของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) (สมศ., 2555, หน้า 44)





ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาท และอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E)
3. เทคนิคแผนผังทางปัญญา
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
5. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
6. เจตคติต่อวิชาชีววิทยา
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

#### กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้อับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

- สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต
- สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
- สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร
- สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่
- สาระที่ 5 พลังงาน
- สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก
- สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ
- สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี

## มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ การศึกษาขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้น สำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีดังนี้

### สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2: เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 2: ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1: เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2: เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

### สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1: เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2: เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1: เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2: เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 5: พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1: เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 6: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1: เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 7: ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1: เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2: เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

#### สาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1: ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

คำอธิบายรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม รหัสวิชา ว32242 กลุ่มสาระการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนนระของวิทยาคม

ศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพของชีวิตและการดำรงชีวิต การรักษาคุณภาพในร่างกายของ  
สัตว์และมนุษย์ ศึกษาโครงสร้างและการทำงานของระบบหายใจ ระบบขับถ่าย ระบบหมุนเวียน  
เลือด ระบบน้ำเหลือง ระบบภูมิคุ้มกัน และนำความรู้ที่เป็นประโยชน์มาใช้ในการดูแลรักษาสุขภาพ  
ของร่างกาย ศึกษาโครงสร้างและ อวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ของสัตว์และ  
มนุษย์ ศึกษาระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก การรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิต  
เซลล์เดียว ของสัตว์และมนุษย์ เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท สมองและ  
ไขสันหลัง ที่เป็นศูนย์ควบคุมระบบประสาท การทำงานของระบบประสาท โชนาติกและระบบ  
ประสาทอัตโนมัติ โครงสร้างและการทำงานของอวัยวะรับความรู้สึกที่เกี่ยวกับนัยน์ตากับ  
การมองเห็น หูกับการได้ยิน จมูกกับการดมกลิ่น ลิ้นกับการรับรส และผิวหนังกับการรับความรู้สึก  
ศึกษาระบบต่อมไร้ท่อ โครงสร้างและการทำงานของต่อมไร้ท่อ ฮอรโมนจากต่อมไร้ท่อและอวัยวะ  
ที่สำคัญ การรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอรโมน และฟีโรโมนในสัตว์ ศึกษาพฤติกรรม  
ของสัตว์ กลไกการเกิดพฤติกรรมของสัตว์ พฤติกรรมเป็นมาแต่กำเนิดและพฤติกรรมเรียนรู้  
ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมกับพัฒนาการของระบบประสาท การสื่อสารระหว่างสัตว์โดย  
การใช้เสียงท่าทาง และสารเคมี

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล  
การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบาย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้  
ความคิด ความเข้าใจ สามารถตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของ  
ตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม

ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 32242

ตารางที่ 2-1 แสดงผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา2 รหัสวิชา ว 32242

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
1.	การรักษาดุลยภาพ ของร่างกายสัตว์ และมนุษย์	1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการรักษา ดุลยภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์ โดยการทำงานของระบบหายใจ ระบบขับถ่าย ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน	1. ระบบหายใจ 2. ระบบขับถ่าย 3. ระบบหมุนเวียน เลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน
2.	การเคลื่อนที่ของ สิ่งมีชีวิต	2. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการ เคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต	1. การเคลื่อนที่ของ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว 2. การเคลื่อนที่ของสัตว์ ไม่มีกระดูกสันหลัง 3. การเคลื่อนที่ของสัตว์ มีกระดูกสันหลัง
3.	ระบบประสาทและ อวัยวะรับ ความรู้สึก	3. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการทำงาน ของระบบประสาทและอวัยวะรับ ความรู้สึก	1. การรับรู้และ การตอบสนอง 2. เซลล์ประสาท 3. การทำงานของเซลล์ ประสาท 4. ศูนย์ควบคุมระบบ ประสาท 5. การทำงานของระบบ ประสาท 6. อวัยวะรับความรู้สึก

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
4.	ระบบต่อมไร้ท่อ	4. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อในร่างกาย	1. ต่อมไร้ท่อ 2. ฮอรโมนจากต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่สำคัญ 3. การรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอรโมน 4. พีโรโมน
5	พฤติกรรมของสัตว์	5. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับพฤติกรรมของสัตว์	1. กลไกการเกิดพฤติกรรมของสัตว์ 2. ประเภทพฤติกรรมของสัตว์ 3. ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมกับการพัฒนาของระบบประสาท 4. การสื่อสารระหว่างสัตว์

จากการศึกษามาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และคำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม รหัสวิชา ว32242 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนระยองวิทยาคม ดังกล่าว ผู้วิจัยใช้หน่วยการเรียนรู้เรื่องระบบประสาท และอวัยวะรับความรู้สึกในการวิจัย และนำไปใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหา เรื่องระบบประสาท และอวัยวะรับความรู้สึกได้อย่างครบถ้วน เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ตามผลการเรียนรู้และ

สาระการเรียนรู้ของสถานศึกษา พร้อมทั้งเกิดการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีววิทยา

### การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E)

ประวัติความเป็นมาและแนวความคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E)

วัฏจักรการเรียนรู้เป็นวิธีการสร้างบทเรียนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist theory) เป็นการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนได้รับความรู้จากการสืบเสาะ ค้นหา และสำรวจตรวจสอบด้วยตัวเอง จนเกิดความเข้าใจและสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2554, หน้า 93)

นักศึกษากลุ่ม BSCS (Biological sciences curriculum study) ได้กล่าวถึงประวัติความเป็นมาของรูปแบบการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E) โดยมีแนวความคิดพื้นฐานมาจากโจฮันน์ เฮอบาร์ท (Johann Herbart), จอห์น ดิวอี้ (John Dewey), ฮีอิล, โอบรัน และ ฮูฟแมน (Heiss, Obourn, & Hoffman) และมีการนำรายละเอียดทางจิตวิทยาของ เจไมรอน แอทकिन (J. Myron Atkin) และโรเบิร์ตคาร์ปัส (Robert Karplus) มาใช้เป็นต้นแบบในการจัดการจัดการเรียนรู้ 5E ดังนี้ (Bybee et al., 2006)

#### แนวความคิดพื้นฐานของโจฮันน์ฟรีดริช เฮอบาร์ท (Johann Friedrich Herbart )

โจฮันน์ฟรีดริช เฮอบาร์ท เป็นนักปรัชญาชาวเยอรมัน ที่มีอิทธิพลต่อการศึกษาในประเทศอเมริกาในช่วงศตวรรษที่ 20 วัตถุประสงค์หลักของการศึกษาของเฮอบาร์ท คือ การพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของนักเรียน เฮอบาร์ทจึงได้พิจารณาแนวคิดที่จะเป็นพื้นฐานการสร้างกรอบของจิตใจ และแนวความคิดในการเรียนด้วยประสาทสัมผัส และเฮอบาร์ทสนใจที่จะสร้างและพัฒนาโครงสร้างทางความคิดที่จะพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของนักเรียนแต่ละคน

เฮอบาร์ทได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนที่น่าสนใจไว้ 2 ข้อ คือ

ข้อแรกการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพจะต้องประกอบด้วย ความสนใจเรียนของนักเรียน โดยความสนใจเรียนของนักเรียนได้ถูกแบ่งออกเป็น 2 ประการ ประการแรก คือ มาจากประสบการณ์ตรง ประการที่สอง คือ มาจากการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สามารถใช้ธรรมชาติเข้ามาเป็นประโยชน์ได้ง่าย โดยครูอาจจะนำวัตถุสักชิ้นหนึ่งเข้ามาเพื่อช่วยให้นักเรียน แสดงความคิดเห็นต่อสิ่งนั้น



ข้อสองรูปแบบการเรียนการสอนจะเป็นแบบการสร้างมโนทัศน์ ซึ่งสิ่งที่สำคัญมากก็คือ การเชื่อมโยงความรู้ ซึ่งความคิดใหม่จะต้องมีการเชื่อมโยงสู่ความคิดเดิม สิ่งนี้เป็นจุดที่น่าสนใจของการเรียนการสอน

เฮอบาร์ทได้สรุปรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเริ่มจากความรู้เดิมและประสบการณ์เดิมของนักเรียน และต่อยอดด้วยความรู้ใหม่ที่นักเรียนได้รับ มาเชื่อมโยงให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอด การสอนที่ดีจะช่วยให้นักเรียนค้นพบความสัมพันธ์ต่าง ๆ ครูผู้สอนจะแนะนำคำถามและแนะนำวิธีการแบบอ้อม ๆ และขั้นต่อมาครูจะอธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรากำลังจะเรียน โดยไม่คาดหวังว่านักเรียนจะค้นพบสิ่งใดในตอนสุดท้าย ครูจะให้นักเรียนอธิบายความเข้าใจผ่านสถานการณ์ใหม่ ๆ สามารถสรุปรูปแบบของเฮอบาร์ท ได้ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของเฮอบาร์ท

ขั้น	สาระสำคัญ
ขั้นเตรียม (Preparation)	ครูทบทวนประสบการณ์เดิมให้นักเรียน
ขั้นนำเสนอ (Presentation)	ครูแนะนำประสบการณ์ใหม่และเชื่อมโยงกับประสบการณ์เก่า
ขั้นทั่วไป (Generalization)	ครูอธิบายแนวคิดและพัฒนามโนทัศน์ให้นักเรียน
ขั้นประยุกต์ (Application)	ครูให้นักเรียนแสดงถึงประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ และแนวคิดที่จะนำไปประยุกต์ใช้

### แนวความคิดพื้นฐานของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey)

จอห์น ดิวอี้ เดิมเป็นครูสอนวิทยาศาสตร์ และได้คิดรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เชื่อมต่อระหว่างแนวคิดของดิวอี้ และการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปออกมาได้เป็นคุณสมบัติที่จำเป็นได้ดังนี้ 1) การกำหนดปัญหา 2) การสังเกตเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้น 3) การกำหนดสมมติฐานสำหรับการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น 4) การขยายขั้นตอนการทำงาน หรือหาวิธีแก้ปัญหา และ 5) การพิจารณาว่าวิธีการแก้ปัญหาใดจะให้ทางออกที่ดีที่สุดสำหรับปัญหานั้น โดยรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อิงของจอห์น ดิวอี้ เป็นดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของจอห์น ดิวอี้

ชั้น	สาระสำคัญ
ขั้นสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจ (Sensing perplexing situations)	ครูนำเสนอประสบการณ์ที่นักเรียนจะรู้สึกว่าเป็นปัญหา
ขั้นชี้แจงปัญหา (Clarifying the problem)	ครูจะช่วยให้นักเรียนระบุและกำหนดปัญหา
ขั้นการกำหนดสมมติฐานเบื้องต้น (Formulating a tentative hypothesis)	ครูให้โอกาสสำหรับนักเรียนที่จะสร้างสมมติฐานและพยายามที่จะสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและประสบการณ์เดิมของนักเรียน
ขั้นทดสอบสมมติฐาน (Testing the hypothesis)	ครูให้นักเรียนมีการทดลองที่หลากหลายประเภทเพื่อทดสอบสมมติฐาน
ขั้นการตรวจสอบสมมติฐาน (Revising rigorous tests)	ครูแสดงการทดสอบว่ามีทั้งการยอมรับสมมติฐานและการปฏิเสธสมมติฐาน
ขั้นการแก้ปัญหา (Acting on the solution)	ครูถามนักเรียนและให้นักเรียนอธิบายความคิดใหม่ที่ได้สรุปและแสดงให้เห็นว่าสามารถทำได้จริง

แนวความคิดพื้นฐานของฮิส, โอบรัน และฮูฟแมน (Heiss, Obourn & Hoffman) ในปี ค.ศ. 1950 ฮิส, โอบรัน และฮูฟแมน (Heiss, Obourn & Hoffman) ได้ปรับปรุงรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของดิวอี้ และเรียกชื่อว่า วัฏจักรการเรียนรู้ ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 วัฏจักรการเรียนรู้ของฮิลล์, โอบรัน และฮูฟแมน

ชั้น	สาระสำคัญ
สำรวจบทเรียน (Exploring the unit)	นักเรียนสังเกต อธิบายให้เหตุผลเพื่อตั้งคำถาม เสนอสมมติฐานเพื่อตอบคำถาม และวางแผนการทดลอง
ประสบการณ์ที่ได้รับ (Experience getting)	นักเรียนทดสอบสมมติฐาน เก็บรวบรวมและแปลผลข้อมูล และสร้างข้อสรุป
การจัดความรู้อย่างเป็นระบบ (Organization of learning)	นักเรียนจัดเตรียมข้อมูล ผลลัพธ์ และข้อสรุป ที่ได้จากการทดลอง
การประยุกต์ใช้ความรู้ (Application of learning)	นักเรียนนำข้อมูล ความคิดรวบยอดและทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

แนวความคิดพื้นฐานวัฏจักรการเรียนรู้ แอทกิน-คาร์ปัส (The Atkin-Karplus learning cycle)

ในช่วงปลายปี ค.ศ. 1950 และในช่วงต้นปี ค.ศ. 1960 ยุคของการปฏิรูปหลักสูตรรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากซึ่งวัฏจักรการเรียนรู้ แอทกิน-คาร์ปัส เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ถูกจัดให้เป็นกลยุทธ์ขั้นพื้นฐานเพื่อพัฒนาบทเรียนโดยการศึกษาวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา (Elementary science study: ESS) ซึ่งได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางจากการศึกษาการพัฒนาหลักสูตรต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การศึกษาการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science curriculum improvement study: SCIS) ซึ่งวัฏจักรการเรียนรู้ แอทกินคาร์ปัส ถูกใช้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (SCIS) แบ่งออกเป็นสามขั้นตอน ประกอบด้วย การสำรวจเบื้องต้น การประดิษฐ์ และการค้นพบ

ดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 วัฏจักรการเรียนรู้ของแอทคิน-คาร์ปัส หรือรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (SCIS)

ขั้นตอน	สาระสำคัญ
ขั้นสำรวจ (Exploration)	นักเรียนมีประสบการณ์ครั้งแรกกับปรากฏการณ์
ขั้นประดิษฐ์ (Invention)	นักเรียนได้รับการแนะนำให้รู้จักกับคำศัพท์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับแนวความคิดที่มีวัตถุประสงค์ของการศึกษา
ขั้นค้นพบ (Discover)	นักเรียนนำแนวคิดและคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องไปใช้แต่เป็นสถานการณ์ใหม่

หลังจากนั้นในกลางปี 1980 BSCS ได้นำวัฏจักรการเรียนรู้ของแอทคิน-คาร์ปัสหรือรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (SCIS) เป็นแนวคิดพื้นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีการเพิ่มขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (SCIS) และเรียกชื่อใหม่เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5E ของ BSCS ซึ่งสามารถเปรียบเทียบมีขั้นตอนของรูปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ SCIS และรูปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5E ของ BSCS ดังตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 การเปรียบเทียบขั้นตอนของรูปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ SCIS และรูปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5E ของ BSCS

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ SCIS	รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5E ของ BSCS
	Engagement (ขั้นตอนใหม่)
ขั้นสำรวจ (Exploration)	Exploration (ปรับปรุงจาก SCIS)
ขั้นประดิษฐ์ (Invention)	Explanation (ปรับปรุงจาก SCIS)
ขั้นค้นพบ (Discover)	Elaboration (ปรับปรุงจาก SCIS)
	Evaluation (ขั้นตอนใหม่)

จากการศึกษาประวัติความเป็นมาของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ทำให้ผู้วิจัยทราบถึงพื้นฐานของทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และ พัฒนาการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ จากรูปแบบในอดีตจนกระทั่งมาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ในปัจจุบัน

### ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้

ลอว์สัน (Lawson, 1995 อ้างถึงใน รุจภา ประถมวงษ์, 2551, หน้า 16-17) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning cycle) เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษา ได้คิดค้นขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry approach) ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ อย่างมีความหมายด้วยตนเองโดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ซึ่งไม่เน้นการสอนแบบบรรยายหรือบอกเล่า หรือให้ผู้เรียนเป็นผู้รับรู้อะไรต่าง ๆ จากครู หากแต่ครู จะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม โดยมีความเชื่อว่า นักเรียนมีวัฏจักรการเรียนรู้อยู่แล้ว

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, หน้า 16) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ว่า หมายถึง การใช้คำถามที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสืบค้นหรือค้นหาคำตอบประเด็นปัญหาที่กำหนด

กรมวิชาการ (2546 อ้างถึงใน รุจภา ประถมวงษ์, 2551, หน้า 16-17) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ว่า หมายถึง การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือนำไปประยุกต์ใช้อธิบายเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้ง หรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552, หน้า 331) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ว่า หมายถึง การสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการค้นหาความรู้ที่ผู้เรียนยังไม่เคยมีความรู้นั้นมาก่อน จนสามารถออกแบบทดลองและทดสอบสมมติฐานได้

วัชรรา เล่าเรียนดี (2554, หน้า 101) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ว่า เป็นกระบวนการหรือวิธีคิด หรือวิธีแก้ปัญหาที่ผู้เรียนจะต้อง

มีการสังเกต รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูล และลงข้อสรุป รวมทั้งการใช้ทักษะ การถามคำถาม ตั้งคำถามเพื่อการสืบเสาะและทักษะในการแก้ปัญหา

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2555, หน้า 55) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ว่า หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย

ทิตินา เขมมณี (2556, หน้า 141) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ว่า หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E) เป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจากความหมายที่นักการศึกษาได้ให้ไว้ดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนการได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้ผู้เรียนแก้ปัญหาอย่างมีระบบ การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E)

มีนักการศึกษาและสถาบันการศึกษา ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E) ไว้ดังนี้

บายบี และคณะ (Bybee et al., 2006, pp. 8-10) กล่าวถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E) ไว้ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนแรกที่ครูจะยก วัตถุ ปัญหา สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่นักเรียนสนใจเข้าสู่กิจกรรมในชั้นเรียน ซึ่งกิจกรรมที่ครูยกมาให้ นักเรียนนั้นต้องเชื่อมโยงความรู้เก่าของนักเรียน หรือเป็นกิจกรรมที่เป็นความเข้าใจที่ผิดพลาดของนักเรียนที่เคยเรียนรู้มา

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องการเวลาที่จะสำรวจกิจกรรมจากขั้นแรก ซึ่งขั้นตอนนี้ นักเรียนจะมีการแนะนำและถกเถียงเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ หรือทักษะ ในระหว่างกิจกรรมร่วมกัน และนักเรียนต้องสร้างความสัมพันธ์ สังเกตรูปแบบการระบุตัวแปร และตั้งคำถาม เพื่อค้นหาคำตอบของสถานการณ์ข้างต้น

3. ขั้นอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องอธิบายสิ่งที่เป็นแนวคิดกระบวนการ หรือทักษะ ให้ผู้อื่นรู้เรื่องหรือสามารถเข้าใจได้ง่าย ซึ่งในกระบวนการของการอธิบายนักเรียนและครูจะใช้คำศัพท์ที่รับรู้ร่วมกัน โดยประการแรกครูให้นักเรียนอธิบายโดยใช้คำพูดของนักเรียนเอง ประการที่สองครูจะอธิบายทางวิทยาศาสตร์หรือเทคโนโลยีในลักษณะที่เป็นทางการ และในขั้นตอนนี้ควรนำเสนอแนวคิดกระบวนการหรือทักษะในเวลาสั้น ๆ เพื่อให้เห็นได้ชัดและตรงไปตรงมา

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนนำคำอธิบาย ความรู้ หรือคำศัพท์ที่ได้จากขั้นการอธิบาย ไปใช้ในประสบการณ์ที่เพิ่มเติม หรือขยาย หรือไปใช้อธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องหรือคล้ายกับสถานการณ์เดิม แต่ต้องเป็นสถานการณ์ใหม่

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นตอนที่ครูต้องจัดการประเมินผลเพื่อตรวจสอบระดับความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคน นอกจากนี้ นักเรียนควรจะได้รับข้อมูลย้อนกลับ โดยการประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้ทุกขั้นตอนของรูปแบบ 5E ซึ่งครูสามารถดำเนินการประเมินผลอย่างเป็นทางการได้หลังจากขั้นตอนการขยายความรู้

วัชรวิภา เล่าเรียนดี (2554, หน้า 106) กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้อย่างแบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ไว้ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจให้นักเรียน (Engage) โดยการตั้งคำถามให้คิด จุดประกายความคิดด้วยภาพ ด้วยข่าว หรือเหตุการณ์สำคัญ
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) ให้นักเรียนร่วมกันค้นหาปัญหา ประเด็นสำคัญ
3. ขั้นอธิบาย (Explain) ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิด ความคิด การอ้างอิง เหตุผลต่าง ๆ
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) จัดโอกาสให้นำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ
5. ขั้นประเมินผล (Evaluate) ให้นักเรียนมีส่วนร่วมประเมินผลการเรียนของตนเองและเพื่อน

สสวท. (2550, หน้า 26-35) กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้อย่างแบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ไว้ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์สำคัญที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงจากความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้ว
2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจ จะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยเลือกวิธีการตรวจสอบที่เหมาะสม
3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้
4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น
5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้จะอะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2551, หน้า 39-42) กล่าวถึงขั้นตอนรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ไว้ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นขั้นกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนอาจสนใจวัตถุสิ่งของ ปัญหา เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ กิจกรรมของขั้นนี้ควรจะเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมที่ได้เรียนแล้วกับกิจกรรมที่จะเรียนต่อไป
2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เมื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจแล้ว นักเรียนจะใช้เวลาในการสำรวจและค้นหาแนวคิดของตน
3. **ขั้นอธิบาย (Explanation)** การอธิบาย หมายถึง การกระทำหรือกระบวนการที่ทำให้เกิดความเข้าใจและความกระจ่างเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ หรือทักษะ กระบวนการอธิบาย

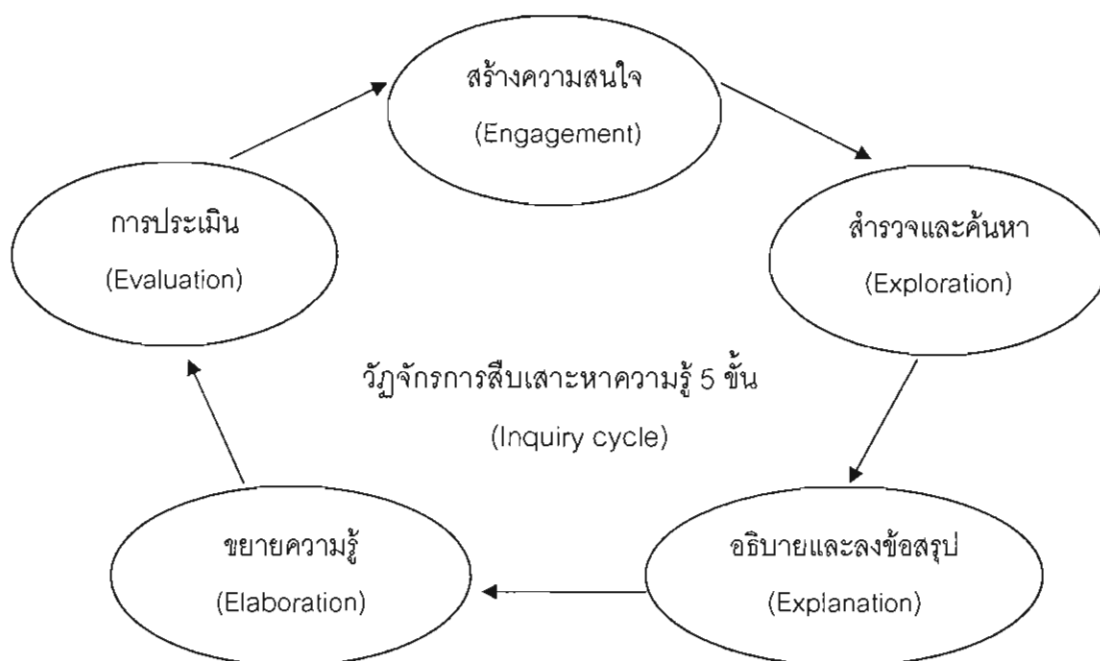


จะทำให้นักเรียนและครูได้ใช้คำศัพท์ที่มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์หรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4. **ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เมื่อนักเรียนได้อธิบายสิ่งที่ตนเองเรียนรู้แล้ว นักเรียนควรได้มีโอกาสในการประยุกต์หรือขยายแนวคิด กระบวนการ ทักษะของตน นักเรียนบางคนอาจจะยังมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนหรือเข้าใจแนวคิดที่ตนเองเรียนรู้คนเดียว ชั้นขยายความรู้นี้จึงเป็นชั้นที่ช่วยให้นักเรียนได้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น

5. **ชั้นประเมิน (Evaluation)** การประเมินอย่างไม่เป็นทางการจะเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาในทุกขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับการประเมินอย่างเป็นทางการ ครูสามารถทำได้หลังจากชั้นขยายความรู้ ครูควรที่จะวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยอาจจะให้ทำแบบทดสอบเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน และที่สำคัญคือทำให้นักเรียนมีโอกาสประเมินความเข้าใจของตนเองด้วย

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาและทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ และสามารถนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ อันนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งก่อให้เกิดประเด็นปัญหาหรือคำถามที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดกระบวนการต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ เรียกว่า Inquiry cycle และสรุปเป็นภาพประกอบ ดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 การเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น

จากการศึกษาค้นคว้าขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ข้างต้น สรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ประกอบด้วย 5 ขั้น คือ

1. ขั้นสร้างความสนใจเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ครูจัดกิจกรรม ตั้งคำถามหรือสร้างสถานการณ์กระตุ้น ให้นักเรียนคิด เกิดความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น จากนั้นดำเนินการสอนเนื้อหาสาระบางส่วนเกี่ยวกับบทเรียน

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนทำงานร่วมกัน ใน การศึกษาค้นหาข้อมูล ครูสังเกตและฟัง การโต้ตอบกันของนักเรียน เมื่อมีปฏิสัมพันธ์กัน ชักถาม นำเพื่อให้นักเรียนคิดและสืบค้น ทำหน้าที่แนะนำให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในยามจำเป็น

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิด หรือให้ คำจำกัดความด้วยคำพูดของตนเองให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผล และอธิบายให้ กระจ่างชัด

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์ จากการที่บอก ส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนผังทางปัญญาคำจำกัดความและอธิบายสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว ส่งเสริมให้ นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ว่านักเรียนมี ความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ซึ่งมีทั้งการประเมินการเรียนรู้ การปฏิบัติกิจกรรม ในแต่ละขั้นตอน ซึ่งจะทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล

#### บทบาทในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

มีผู้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ไว้ดังนี้

บายบี และคณะ (Bybee et al., 2006, pp. 34) ได้เสนอถึงบทบาทของครูและนักเรียน ในการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ดังตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2-7 บทบาทครูในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle หรือ 5E)

ขั้นตอน การเรียนรู้	บทบาทครู	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
1. การสร้าง ความสนใจ (Engagement)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สร้างความสนใจ</li> <li>- สร้างความอยากรู้อยากเห็น</li> <li>- ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด</li> <li>- ตั้งคำถามที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่ นักเรียนรู้ หรือแนวคิดหรือเนื้อหาสาระ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายแนวคิด</li> <li>- ให้คำจำกัดความและคำตอบ</li> <li>- สรุปประเด็นให้</li> <li>- จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่</li> <li>- บรรยาย</li> </ul>
2. การสำรวจ และค้นหา (Exploration)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการ สำรวจตรวจสอบ</li> <li>- สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่าง นักเรียนกับนักเรียน</li> <li>- ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ของนักเรียน</li> <li>- ให้นักเรียนในการคิดข้อสงสัย ตลอดจนปัญหาต่าง ๆ</li> <li>- ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เตรียมคำตอบไว้ให้</li> <li>- บอกหรืออธิบายวิธีการ แก้ปัญหา</li> <li>- จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่</li> <li>- บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำ ไม่ถูก</li> <li>- ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้ใน การแก้ปัญหา</li> <li>- นำนักเรียนแก้ปัญหาที่ละ ขั้นตอน</li> </ul>
3. การอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิด หรือ ให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของ นักเรียนเอง</li> <li>- ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผล และอธิบายให้กระจ่าง</li> <li>- ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและ ชี้บอกส่วนต่าง ๆ ในแผนภาพ</li> <li>- ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตน เป็นพื้นฐานในการอธิบายแนวคิดหรือ ความคิดรวบยอด</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ยอมรับคำอธิบายโดยมี หลักฐานหรือมีเหตุผลประกอบ</li> <li>- ไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน</li> <li>- แนะนำนักเรียนโดยปราศจาก การเชื่อมโยงแนวคิด หรือ ความคิดรวบยอดหรือทักษะ</li> </ul>

## ตารางที่ 2-7 (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้	บทบาทครู	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
4. การขยาย ความรู้ (Elaboration)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์</li> <li>จากการซึ่งบอกส่วนประกอบต่าง ๆ ใน</li> <li>แผนภาพคำจำกัดความและอธิบายสิ่งที่</li> <li>เรียนรู้มาแล้ว</li> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้</li> <li>เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และ</li> <li>ทักษะในสถานการณ์ใหม่</li> <li>- ให้นักเรียนอธิบายอย่างมีความหมาย</li> <li>- ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อม</li> <li>ทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียน</li> <li>ว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ให้คำตอบที่ชัดเจน</li> <li>- บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำ</li> <li>ไม่ถูก</li> <li>- ใช้เวลามากในการบรรยาย</li> <li>- นำนักเรียนแก้ปัญหาที่ละ</li> <li>ขั้นตอน</li> <li>- อธิบายวิธีแก้ปัญหา</li> </ul>
5. การ ประเมินผล (Evaluation)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สังเกตนักเรียนในการนำแนวคิดและ</li> <li>ทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้</li> <li>- ประเมินความรู้และทักษะนักเรียน</li> <li>- หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนเปลี่ยน</li> <li>ความคิดหรือพฤติกรรม</li> <li>- ให้นักเรียนประเมินการเรียนรู้และ</li> <li>ทักษะกระบวนการกลุ่ม</li> <li>- ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไม</li> <li>นักเรียนจึงคิดเช่นนั้น</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ทดสอบคำ นิยามศัพท์และ</li> <li>ข้อเท็จจริง</li> <li>- ให้แนวคิดใหม่</li> <li>- ทำให้คลุมเครือ</li> <li>- ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่</li> <li>เชื่อมโยงแนวคิดหรือทักษะ</li> </ul>

นอกจากบทบาทของครูที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนแล้ว นักเรียนยังมีบทบาทในการปฏิบัติกิจกรรมให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ดังตารางที่ 2-8

ตารางที่ 2-8 บทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้  
(Inquiry cycle หรือ 5E)

ขั้นตอน การเรียนรู้	บทบาทของนักเรียน	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
1. การสร้าง ความสนใจ (Engagement)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ถามคำถามเช่น ทำไมสิ่งนี้จึงเกิดขึ้น</li> <li>- ฉันได้เรียนรู้อะไรบางอย่างเกี่ยวกับสิ่งนี้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ถามหาคำตอบที่ถูกต้อง</li> <li>- ตอบเฉพาะคำตอบที่ถูกต้อง</li> <li>- ยืนยันคำตอบหรือคำอธิบาย</li> <li>- ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาวิธีเดียว</li> </ul>
2. การสำรวจ และค้นหา (Exploration)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขต</li> <li>- ทดสอบการคาดคะเนและสมมติฐาน</li> <li>- คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่</li> <li>- พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่น ๆ</li> <li>- บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น</li> <li>- ลงข้อสรุป</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ให้คนอื่นคิดและสำรวจ</li> <li>- ตรวจสอบ</li> <li>- ทำงานเพียงลำพังโดยมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นน้อยมาก</li> <li>- ปฏิบัติอย่างสับสน ไม่มีเป้าหมายที่ชัดเจน</li> <li>- เมื่อแก้ปัญหาได้แล้วก็ไม่ติดต่อ</li> </ul>
3. การอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้</li> <li>- ฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์</li> <li>- ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย</li> <li>- ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย</li> <li>- ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายโดยไม่มี การเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม</li> <li>- ยกตัวอย่างและประสบการณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกัน</li> <li>- ยอมรับคำอธิบายโดยไม่ให้เหตุผล</li> <li>- ไม่สนใจคำอธิบายของคนอื่นซึ่งมีเหตุผลพอที่จะเชื่อถือได้</li> </ul>

ตารางที่ 2-8 (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้	บทบาทของนักเรียน	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
4. การขยาย ความรู้ (Elaboration)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นำการซึ่งบอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความ คำอธิบายและทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม</li> <li>- ใช้ข้อมูลเดิมในการตามคำถาม กำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหาตัดสินใจและออกแบบการทดลอง</li> <li>- ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานที่ปรากฏ</li> <li>- บันทึกการสังเกตและอธิบาย</li> <li>- ตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อน ๆ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปฏิบัติโดยไม่มีเป้าหมายที่ชัดเจน</li> <li>- ไม่สนใจข้อมูลที่มีอยู่</li> <li>- อธิบายเหมือนกับที่ครูจัดเตรียมไว้หรือกำหนดให้</li> <li>- ลงข้อสรุปโดยปราศจากหลักฐานหรือคำ อธิบายที่เป็นที่ยอมรับมาแล้ว</li> <li>- ตอบแต่เพียงว่าถูกหรือผิดและอธิบายให้คำ จำ กัดความโดยใช้ความจำ</li> <li>- ไม่สามารถอธิบายด้วยคำพูดของตนเอง</li> </ul>
5. การ ประเมินผล (Evaluation)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตอบคำ ถามปลายเปิดโดยใช้การสังเกตหลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว</li> <li>- แสดงออกถึงความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ</li> <li>- ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ด้วยตนเอง</li> <li>- ตามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ลงข้อสรุปโดยปราศจากหลักฐานหรือคำ อธิบายที่เป็นที่ยอมรับมาแล้ว</li> <li>- ตอบแต่เพียงว่าถูกหรือผิดและอธิบายให้จำกัดความโดยใช้ความจำ</li> <li>- ไม่สามารถอธิบายเพื่อแสดงความพอใจด้วยคำพูดของตนเอง</li> </ul>

จากบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ครูมีหน้าที่ตามคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด

สร้างความสนใจ ส่งเสริมให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า อธิบายแนวคิด แสดงหลักฐานเป็นแผนภาพ จากความรู้ ความเข้าใจ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ และวัดผลประเมินผลพัฒนา การเรียนรู้ของนักเรียน

ข้อดี-ข้อจำกัดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 5 ชั้น (5E)

เนื่องจากรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E) นั้นเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนั้นผู้วิจัย จึงศึกษาข้อดี-ข้อจำกัดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, หน้า 60-61) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ ดังนี้

ข้อดี

1. เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา คือฉลาดขึ้น เป็นนักริเริ่มสร้างสรรค์ และ นักจัดระเบียบ
2. การค้นพบด้วยตัวเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนรู้แบบท่องจำ
3. ฝึกให้นักเรียนรู้วิธีค้นหาความรู้ แก้ไขปัญหาด้วยตนเอง
4. ช่วยให้อึดจำความรู้ได้นานและสามารถถ่ายโอนความรู้ได้
5. นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน จะทำให้การเรียนรู้มีความหมายเป็น การเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวา
6. ช่วยพัฒนาอัธมโนทัศน์แก่ผู้เรียน
7. ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่าจะทำการสิ่งใด ๆ จะสำเร็จด้วยตัวเอง สามารถคิด และแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค
8. สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ข้อจำกัด

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้เนื้อหาไม่ครบตามที่กำหนดไว้
2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างไม่ชวนสงสัย ไม่ชวนติดตามจะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน
3. นักเรียนมีระดับสติปัญญาต่ำ หรือไม่มีการกระตุ้นมากพอจะไม่สามารถเรียนรู้ด้วย วิธีสอนแบบนี้ได้
4. เป็นการลงทุนสูงซึ่งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน



5. ถ้านักเรียนไม่รู้จักหลักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้องอาจทำให้นักเรียนหลีกเลี่ยงงานซึ่งไม่เกิดการเรียนรู้

6. ครูต้องใช้เวลาวางแผนมาก ถ้าครูมีภาระมากอาจเกิดปัญหาด้วยอารมณ์ซึ่งมีผลต่อบรรยากาศในห้องเรียน

7. ข้อจำกัดเรื่องเนื้อหาและสติปัญญาอาจทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีการสอนแบบนี้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2553, หน้า 142) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ ดังนี้

ข้อดี

1. ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีค้นหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง
2. ความรู้ที่ได้มีคุณค่า มีความหมายสำหรับผู้เรียน เป็นประโยชน์และจดจำได้นาน สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีความอิสระ มีชีวิตชีวาและทำให้สนุกสนานกับการเรียนรู้

ข้อจำกัด

1. ใช้เวลามากในการเรียนรู้แต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้สาระการเรียนรู้ไม่ครบถ้วนตามที่กำหนดไว้
2. ถ้าแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ง่ายหรือยากเกินไป ไม่เข้าใจหรือไม่น่าสนใจ จะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน
3. เป็นวิธีการที่มีการลงทุนสูง ซึ่งบางครั้งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน
4. ผู้สอนต้องใช้เวลาในการวางแผนมาก

วัชรา เล่าเรียนดี (2554, หน้า 102) กล่าวถึงข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง
2. คำตอบได้มาจากการสืบเสาะและสรุปด้วยตัวผู้เรียนเอง จึงจำได้นานเพราะจำด้วยความเข้าใจ
3. เป็นการกระตุ้นความคิดแบบสร้างสรรค์และคิดอย่างหลากหลายแนวทาง
4. เป็นการเน้นทักษะการคิดระดับสูง (คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผล)



5. มีการบูรณาการทักษะการคิดทั้งความรู้หรือข้อมูล que ผู้เรียนจะต้องจัดการกับข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น ใช้แผนที่ กราฟ และแผนภูมิประเภทต่าง ๆ เป็นต้น จากที่กล่าวมาข้างต้นของนักการศึกษา สรุปได้ว่า ข้อดี-ข้อจำกัดในการใช้รูปแบบ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ไว้ ดังนี้

ข้อดี

1. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง
2. พัฒนาและส่งเสริมด้านสติปัญญาของนักเรียน ให้นักเรียนได้คิดอย่างมีอิสระ
3. ฝึกให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต มีเหตุผล คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้
4. นักเรียนได้เรียนรู้วิธีค้นหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
5. เน้นทักษะการคิดขั้นสูง บูรณาการความรู้และจัดเก็บความรู้ในรูปแบบ แผนที่ กราฟ แผนภูมิประเภทต่าง ๆ

6. นักเรียนเกิดการเรียนรู้และจำได้นาน เพราะจำด้วยความเข้าใจ สามารถนำความรู้ ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ข้อจำกัด

1. ใช้เวลามากในการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้สาระการเรียนรู้ไม่ครบ ตามที่กำหนดไว้
2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างไม่ชวนสงสัย ไม่ชวนติดตาม หรือสถานการณ์ง่ายหรือ ยากเกินไป ไม่เร้าใจหรือไม่น่าสนใจ จะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน
3. ถ้าผู้เรียนขาดความกระตือรือร้น ขาดวินัย หรือขาดทักษะการค้นหาข้อมูลก็จะทำ ให้ผลที่ได้ไม่ตรงกับวัตถุประสงค์
4. ถ้าผู้สอนไม่เอาใจใส่ ติดตาม หรือขาดการดูแลที่ดี กระบวนการสืบเสาะก็จะไม่บรรลุ ตามที่กำหนดไว้

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) หมายถึง รูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้ศึกษา คิดค้นขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือ ประสบการณ์ การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิด การเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ที่ประกอบด้วย 5 ขั้น คือ

1. **ขั้นสร้างความสนใจเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement)** ครูจัดกิจกรรม ตั้งคำถาม หรือสร้างสถานการณ์กระตุ้น ให้นักเรียนคิด เกิดความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น จากนั้น ดำเนินการสอนเนื้อหาสาระบางส่วน เกี่ยวกับบทเรียน
2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** ส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนทำงานร่วมกัน ใน การศึกษาค้นหาข้อมูล ครุสังเกตและฟัง การโต้ตอบกันของนักเรียน เมื่อมีปฏิสัมพันธ์กัน ชักถาม นำเพื่อให้นักเรียนคิดและสืบค้น ทำหน้าที่แนะนำให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในยามจำเป็น
3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิด หรือให้ คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผล และอธิบายให้ กระจ่างชัด
4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์ จากการสืบออก ส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนผังทางปัญญา คำจำกัดความและอธิบายสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว ส่งเสริมให้ นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่
5. **ขั้นประเมินผล (Evaluation)** ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ว่านักเรียนมี ความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ซึ่งมีทั้งการประเมินการเรียนรู้ การปฏิบัติกิจกรรม ในแต่ละขั้นตอน ซึ่งจะทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล

## เทคนิคแผนผังทางปัญญา

**ประวัติความเป็นมาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา**

แผนผังทางปัญญา (Mind mapping) ถูกพัฒนาขึ้นโดย โทนี บูซาน (Tony Buzan) นักจิตวิทยาชาวอังกฤษ ในปี ค.ศ. 1970 เป็นเพียงส่วนหนึ่งของเครื่องมือในการบันทึกข้อมูลและ ความคิดเป็นภาพ ซึ่งตรงกับคำว่า Graphic organizers หรือ Knowledge organization ใน ภาษาอังกฤษ (ัญญา ผลอนันต์ และขวัญฤดี ผลอนันต์, 2550, หน้า 18-19) โดยเป็นการนำ ข้อค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับศักยภาพสมองไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยเลียนแบบ จากการทำงานของเซลล์ประสาทในสมองของมนุษย์ที่มีอยู่ประมาณหนึ่งล้านล้านเซลล์ (Buzan & Buzan, 1994, หน้า 29 - 31) แต่ละเซลล์มีความเชื่อมโยงกันด้วยส่วนที่เรียกว่า เดนไดรต์ (dendrites) ที่ยื่นออกไปรอบทิศทางเพื่อรับข้อมูลจากเซลล์ประสาทเซลล์อื่น ๆ และแอกซอน (axon) ที่ใช้ในการส่งข้อมูลไปยังเซลล์ประสาทอื่น ๆ ทั้ง เดนไดรต์ และแอกซอน มีการโยงใยกันอยู่ ในสมองอย่างไม่มีที่สิ้นสุด (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, หน้า 263) การทำงานในสมองมนุษย์เช่นนี้ เรียกว่า การคิดรอบทิศทาง (Radiant thinking) ซึ่งเป็นโครงสร้างและกระบวนการที่อยู่ภายใน

สมอง โดยแผนผังทางปัญญาเป็นเสมือนกระจกที่สะท้อนเงาการคิดรอบทิศทางของเราออกมาให้ได้รับรู้ ทำให้เข้าใจระบบความคิดของตนเองและทำให้เกิดอิสระในการคิด ลักษณะของแผนผังทางปัญญาเป็นการเขียนได้รอบทิศทางไม่มีสิ้นสุด (Buzan & Buzan, 1994, p. 59)

การจัดการเรียนรู้โดยเทคนิคแผนผังทางปัญญา มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (A theory of meaningful learning) ของออสซูเบล (Ausubel, 1968, p. 7) กล่าวโดยสรุปว่า ในสมองของมนุษย์มีการจัดความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้อย่างมีระบบในลักษณะที่เป็นโครงสร้างที่เรียกว่า โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) ซึ่งมีการจัดลำดับความสัมพันธ์เชื่อมโยงจากมโนทัศน์ที่กว้างและครอบคลุมลงมาจนถึงมโนทัศน์ย่อยที่เฉพาะเจาะจง และให้ความสำคัญกับการเรียนรู้อย่างเข้าใจและมีความหมาย โดยกล่าวว่า “การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนรวมหรือเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ ซึ่งอาจเป็นความคิดรวบยอดหรือความรู้ที่ได้รับใหม่เข้าไปในโครงสร้างทางปัญญา สิ่งทีเรียนรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้อย่างมีความหมายและเก็บไว้ในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง อันเป็นผลจากการดูดซับความรู้เดิมที่มีอยู่และจะช่วยขยายความรู้เดิมหรือมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่” โครงสร้างทางปัญญาของแต่ละบุคคลแตกต่างกันตามการจัดลำดับความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่มีอยู่ในสมอง

การประยุกต์ใช้ Mind mapping สามารถนำมาใช้ได้ในทุกวิถีชีวิตของมนุษย์ การใช้ในการจัดการเรียนรู้จะช่วยพัฒนาศักยภาพของสมอง และการจัดระบบความคิดที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น โดยการเปลี่ยนวิธีการจดบันทึกแบบเดิมที่ยืดยาวเต็มไปด้วยตัวอักษร เป็นบรรทัด ๆ เป็นแถว ๆ ใช้ปากกาสีเพียงสีเดียว มาเป็นการจดบันทึกด้วย Mind mapping ให้ดูมีสีสันสดใส น่าจดจำ มีคำ ภาพ สัญลักษณ์ แบบแผ่รัศมี แดกแขนงออกจากกรอบ ๆ ศูนย์กลาง มีโครงสร้างการจัดเรียงข้อมูลที่ดี ทำงานสอดคล้องไปกับธรรมชาติของสมอง (ธัญญา ผลอนันต์ และขวัญฤดี ผลอนันต์, 2550, หน้า 24) การบันทึกแบบนี้เป็นการใช้ทักษะการทำงานร่วมกันของสมองทั้งสองซีก คือ ซีกซ้ายจะทำหน้าที่ในการวิเคราะห์ คำ ภาษา สัญลักษณ์ ระบบ ลำดับ ความมีเหตุผล ส่วนซีกขวาจะทำหน้าที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ จินตนาการ ความงาม ศิลปะ จังหวะ โดยมีแถบเส้นประสาทคอร์ปัสคัลโลซัม เป็นสะพานเชื่อมสมองทั้งสองซีก สอดคล้องกับศาสตราจารย์นายแพทย์ประเวศ วะสี ได้กล่าวว่า Mind mapping เป็นกระบวนการเรียนรู้วิธีการหนึ่งที่มาพัฒนาสมองให้มีเส้นใยสมองออกมามาก เกิดการคิดที่เชื่อมโยงหรือบูรณาการ การมองเห็นในภาพรวม เป็นสมองที่มีศักยภาพในการเรียนรู้สูงมาก (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2552, หน้า 54-59 )

จากการศึกษาประวัติความเป็นมาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า แผนผังทางปัญญา เป็นเครื่องมือในจุดบันทึกข้อมูลและการแสดงออกทางความคิด มีลักษณะการเขียนได้รอบทิศทางไม่มีสิ้นสุด สอดคล้องการคิดรอบทิศทาง (Radiant thinking) ในการทำงานสมองมนุษย์ ซึ่งเทคนิคแผนผังทางปัญญา มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออซูเบล เป็นการเรียนเชื่อมโยงความรู้ความคิดใหม่เข้ากับความรู้ความคิดเดิมหรือโครงสร้างทางปัญญาที่ได้จากการเรียนรู้ที่มีความหมาย

### ความหมายของแผนผังทางปัญญา

มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายดังนี้

บุซาน และบุซาน (Buzan & Buzan, 1994, p. 59) ได้ให้ความหมายแผนผังทางปัญญาไว้ว่า หมายถึง เป็นการแสดงออกด้านความคิดรอบทิศทางและเป็นการกระทำโดยธรรมชาติของสมองมนุษย์ เป็นเทคนิคการแสดงออกด้วยภาพที่ทรงพลัง ให้ความสำคัญที่เป็นสากลในการแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของสมอง แผนผังทางปัญญาสามารถประยุกต์ใช้ในแง่มุมของชีวิต ซึ่งการเรียนรู้ที่ได้รับการพัฒนาและความคิดที่ชัดเจนขึ้นจะเพิ่มพูนการกระทำของมนุษย์

กรมวิชาการ (2544, หน้า 14-17) ได้ให้ความหมายแผนผังทางปัญญาไว้ว่า หมายถึง การฝึกให้ผู้เรียนจัดกลุ่มความคิดรวบยอดของตน เพื่อให้เห็นภาพรวมของความคิดความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดเป็นภาพ สามารถเก็บไว้ในหน่วยความจำได้ง่าย

สมศักดิ์ สีนธุระเวช (2542, หน้า 125) ได้ให้ความหมายแผนผังทางปัญญาไว้ว่า หมายถึง การใช้แผนที่รูปแบบต่าง ๆ จะทำให้เห็นภาพรวมทั้งหมด เห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดต่าง ๆ ซึ่งทำให้ความคิดยืดหยุ่นและเห็นภาพข้อเท็จจริงชัดเจนสามารถเก็บไว้ในหน่วยความจำได้นาน

สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ (2544, หน้า 51) ได้ให้ความหมายแผนผังทางปัญญาไว้ว่า แผนที่ความคิดเป็นผังความสัมพันธ์ โดยอาศัยแผนภูมิเข้าช่วยให้เห็นได้ชัดเจน

ทิตนา เขมมณี (2556, หน้า 389) ได้ให้ความหมายแผนผังทางปัญญาไว้ว่า หมายถึง แผนที่ความคิดแสดงความสัมพันธ์ของสาระหรือความคิดต่าง ๆ ให้เห็นเป็นโครงสร้างในภาพรวม โดยใช้เส้น คำ ระบุห่างจากจุดศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย รูปทรงเรขาคณิต และภาพ แสดงความหมายและความเชื่อมโยงของความคิดหรือสื่อนั้น ๆ

ธัญญา ผลอนันต์ และขวัญฤดี ผลอนันต์ (2550, หน้า 17-19) ได้ให้ความหมายแผนผังทางปัญญาไว้ว่า หมายถึง แผนที่ความคิด เป็นภาพสะท้อนของความคิดเป็นรัศมี จึงเป็น

การทำงานตามธรรมชาติของความคิดเป็นเทคนิคเชิงกราฟิกที่ทรงพลังเสมือนญูแจสารพัดประโยชน์ที่จะเปิดสมองให้ทำงานได้อย่างเต็มศักยภาพ

จากความหมายของแผนผังทางปัญญาที่นักการศึกษากล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า แผนผังทางปัญญา หมายถึง การแสดงออกด้านความคิดต่าง ๆ ให้เห็นเป็นโครงสร้างในภาพรวม สะท้อนของความคิดเป็นวัฏจักรโดยใช้เส้น คำ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย แสดงความเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้น ๆ ให้ผู้เรียนจัดกลุ่มความคิดรวบยอดของตน สามารถเก็บไว้ในหน่วยความจำได้นาน

#### ลักษณะสำคัญของแผนผังทางปัญญา

บุชาน (Buzan, 1997, หน้า 59) กล่าวถึงลักษณะสำคัญของแผนผังทางปัญญาไว้ 4 ประการ ดังนี้

1. หัวเรื่องใหญ่ที่สนใจจะสร้างขึ้นอยู่ตรงกลาง
2. ประเด็นสำคัญของหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องกระจายอยู่รอบเป็นรัศมีออกมาจากตรงกลาง
3. กิ่งที่แตกแขนงออกมาประกอบด้วย คำสำคัญ หรือรูปภาพ โดยมีเส้นเชื่อมโยงกันต่อกันไป
4. กิ่งก้านต่าง ๆ ต้องเชื่อมโยงต่อกันในลักษณะที่แตกต่างกันตามตำแหน่งและความสำคัญของประเด็นต่าง ๆ

จากลักษณะสำคัญของแผนผังทางปัญญาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของแผนผังทางปัญญาต้องประกอบด้วย 4 ประการ คือ มีหัวเรื่องสนใจอยู่ตรงกลาง ประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกระจายเป็นรัศมี กิ่งที่แตกแขนงออกมา และกิ่งก้านต่าง ๆ ต้องเชื่อมต่อกัน

#### กฎเกณฑ์ของแผนผังทางปัญญา

บุชาน (Buzan, 1997, pp 97-105) กล่าวถึงกฎเกณฑ์ของแผนผังทางปัญญาแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะไว้ดังนี้

1. ใช้การเน้น (Use emphasis) โดยที่ใช้รูปภาพตรงกลางเสมอ ซึ่งรูปแบบที่สร้างนี้ควรใช้ตั้งแต่ สี ขึ้นไปเพื่อสร้างความมีชีวิตชีวาและความน่าสนใจ ควรมีการใช้มิติในรูปภาพและคำต่าง ๆ ในแผนผังเพื่อความโดดเด่นและง่ายต่อการจำและการสื่อสาร รวมทั้งควรใช้คำ เส้นหรือรูปภาพที่มีขนาดแตกต่างกันออกไปเพื่อแสดงถึงลำดับความสำคัญของสิ่งต่าง ๆ ในแผนผัง นอกจากนี้การเว้นระยะห่างของประเด็นต่าง ๆ ในแผนผังจะช่วยเพิ่มความชัดเจน ความสำคัญของแต่ละประเด็น ทั้งยังทำให้แผนผังมีความเป็นระเบียบและมีโครงสร้างอีกด้วย

2. ใช้ในการเชื่อมโยง (Association) โดยใช้ลูกศรเมื่อต้องการสร้างการเชื่อมโยงภายในความคิดเดียวกันและระหว่างความคิดหลักแต่ละความคิด ซึ่งลูกศรนี้อาจเป็นแบบหัวศรเดียวกันหรือหลายหัวก็ได้และมีขนาด รูปแบบ และมิติที่หลากหลายแตกต่างกันออกไป โดยที่ลูกศรเหล่านั้นจะเป็นตัวบอกทิศทางด้านระยะทางให้กับความคิดของเรา นอกจากนี้ควรมีการใช้สีต่าง ๆ เพราะการใช้สีต่าง ๆ นั้น จะเป็นเครื่องมือที่มีอิทธิพลมากที่สุดตัวหนึ่งในการเพิ่มพูนความจำและความคิดสร้างสรรค์ การใช้สีเฉพาะกับพื้นที่เฉพาะในแผนผังจะทำให้เรารับรู้ข้อมูลได้เร็วขึ้นและยังช่วยพัฒนาความจำเกี่ยวกับข้อมูลต่าง ๆ และยังช่วยเพิ่มจำนวนและพิสัยของความคิดสร้างสรรค์ การใช้รหัสก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยให้เชื่อมโยงส่วนต่าง ๆ ของแผนผังได้ทันที อีกทั้งยังช่วยประหยัดเวลาโดยการใช้รหัสแทนคน โครงการ องค์ประกอบ หรือกระบวนการต่าง ๆ เป็นต้น

3. มีความชัดเจน (Clarity) โดยการเริ่มต้นจากการวางกระดาษที่จะใช้วาดแผนผังให้อยู่ในแนวนอน เพราะจะทำให้มีอิสระและพื้นที่ว่างสำหรับการวาดแผนผังมากขึ้นและยังง่ายต่อการอ่านอีกด้วย ใช้คำหลักเพียงหนึ่งคำต่อหนึ่งเส้นเท่านั้นและลากเส้นให้ยาวเท่ากับความยาวของคำซึ่งจะช่วยวางคำให้ใกล้ไกลมากขึ้น ครอบคลุมคำทุกคำที่เขียนให้ชัดเจนเพราะจะทำให้จดจำได้ง่ายขึ้น และยังแสดงถึงความสำคัญของคำที่เกี่ยวข้องลงในแผนผัง ในการเขียนคำลงบนเส้นนั้นพยายามเขียนคำให้ไม่กลับหัว โดยพยายามรักษามุมในการเขียนคำให้มากที่สุด ไม่เกิน 45 องศา ทำให้ง่ายต่อการเข้าใจความคิดที่แสดงออกมามากขึ้น และเส้นต่าง ๆ เหล่านั้น จะสร้างโครงให้กับร่างของคำ ซึ่งเป็นการเตรียมการจัดระบบความคิด และความเป็นระเบียบ ที่จะทำให้มีความชัดเจนและช่วย ในการระลึกข้อมูลที่เอื้อต่อการเชื่อมโยงคำต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และในการวาดเส้นกลาง ควร วาดให้หนากว่าเส้นอื่น ๆ และเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน กับเส้นอื่น ๆ นอกจากนี้ในการวาดรูปภาพ ควรวาดให้ชัดเจนมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพราะว่าความชัดเจนภายนอกจะเป็นตัวส่งเสริมความชัดเจนภายในความคิด

4. สร้างหรือพัฒนารูปแบบส่วนตัว (Personal style) ในการสร้างแผนผังให้มีลักษณะตามความคิดของตนเองนั้น ย่อมทำได้แต่ยังต้องรักษากฎเกณฑ์ของการสร้างแผนผังความคิดด้วยจะเป็นผลทำให้จดจำข้อมูลในแผนผังความคิดได้ง่ายขึ้น

จากกฎเกณฑ์ของแผนผังทางปัญญาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การกฎเกณฑ์ของแผนผังทางปัญญา จะต้องใช้การเน้นถึงความสำคัญของความคิด มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดหลักแต่ละความคิด มีความชัดเจนของเนื้อหา แสดงถึงลักษณะความคิดในรูปแบบของตนเอง

### ประโยชน์ของแผนผังทางปัญญา

บุซัน (Buzan, 1997, pp. 175-178) ได้เสนอแนะประโยชน์ของแผนผังทางปัญญาต่าง ๆ ไว้มากมายดังนี้

1. การจดบันทึก (Note taking) การจดบันทึกเป็นแบบแผนผังทางปัญญา จะทำให้ผู้จดบันทึกเห็นถึงสำคัญ และเชื่อมโยงของเนื้อหาจนเกิดความเข้าใจในเนื้อหานั้น ๆ มากขึ้น
2. การตัดสินใจ (Decision making) โดยใช้แผนผังทางปัญญาประกอบในการตัดสินใจ จะทำให้เห็นผลดีหรือผลเสีย เนื่องมาจากการตัดสินใจได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ทำให้โอกาสในการตัดสินใจผิดพลาดมีน้อยลง
3. การนำเสนอผลงาน (Presentation) โดยใช้แผนผังทางปัญญา จะทำให้เห็นภาพรวมของสิ่งที่ต้องการแสดง รวมทั้งการเชื่อมโยงขององค์ประกอบ และมีการเน้นความสำคัญ ทำให้การเสนอผลงานเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
4. การแก้ปัญหา (Problem solving) หากใช้แผนผังทางปัญญาในการแก้ปัญหา จะทำให้ผู้แก้ปัญหามีความรู้ถึงสาเหตุที่แท้จริงง่ายขึ้น และยังเชื่อมโยงสาเหตุกับปัญหาได้ง่ายขึ้น รวมทั้งสามารถสร้างทางเลือกที่หลากหลาย และสามารถลำดับวิธีการแก้ปัญหาได้สะดวกขึ้น
5. การวางแผน (Planning) การวางแผนที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับงานต่าง ๆ ที่ดำเนินการ เช่น จุดประสงค์ บุคคลที่เกี่ยวข้อง สถานที่ เวลาที่เหมาะสม เป็นต้น เพราะฉะนั้นหากใช้แผนผังทางปัญญาในการวางแผนก็จะทำให้วิเคราะห์ปัจจัยดังกล่าวได้ง่ายและครบถ้วน ทำให้การวางแผนเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
6. การประชุม (Meeting) โดยการเขียนหัวเรื่องที่ประชุมกลางภาพ และวาดประเด็นสำคัญในการประชุมไปตามกิ่งก้านสาขา แล้วนำความคิดเห็นของผู้เข้าประชุมแตกแขนงความคิดออกไปจากประเด็นต่าง ๆ ตามกิ่งก้านสาขา
7. การสอน (Teaching) แผนผังทางปัญญาเป็นเครื่องมือครูสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ โดยใช้ในการวางแผนการสอน หรือใช้สรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนการสอนซึ่งช่วยให้มองเห็นภาพรวมของเนื้อหาทั้งหมด
8. การวิเคราะห์ตนเอง (Self-analysis) ใช้ในการวิเคราะห์ตนเองจะทำให้เรามองเห็นถึงคุณลักษณะและลักษณะบุคลิกภาพของตนเองว่าเป็นเช่นไร

จากประโยชน์ของแผนผังทางปัญญาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แผนผังทางปัญญาสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในหลายด้าน สามารถเห็นภาพรวมของสิ่งที่ต้องการแสดง รวมทั้ง

การเชื่อมโยงขององค์ประกอบ มีการเน้นความสำคัญ แดกแขนงความคิดช่วยให้มองเห็นภาพรวมของเนื้อหาทั้งหมด

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสรุปได้ว่า เทคนิคแผนผังทางปัญญา หมายถึง ความคิดซึ่งเกิดจากความรู้ ความเข้าใจ การเชื่อมโยงประเด็นสำคัญต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันอย่างมีทิศทาง โดยมีหัวเรื่อง (Main topic) อยู่ตรงกลางของแผนผัง แล้วมีประเด็นสำคัญ ประเด็นรอง และประเด็นย่อย ๆ ที่เกี่ยวข้องกระจายออกเป็นรัศมี กิ่งก้านสาขาออกจากศูนย์กลาง โดยมีเส้นที่ใช้เชื่อมโยงในประเด็นต่าง ๆ เข้าด้วยกันเป็นรูปแบบการจัดบันทึกความรู้ ความเข้าใจ และการเชื่อมโยงความรู้การจัดลำดับความคิดอย่างเป็นระบบ

### ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

#### ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รัตนารวรรณ ธนานุรักษ์ (2547, หน้า 33) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า หมายถึง คุณลักษณะความสามารถของบุคคลที่พัฒนางอกงามขึ้น อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกอบรม ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถทางสมอง ความรู้ ทักษะ ความรู้สึกและค่านิยมต่าง ๆ

สมใจ อลิสนันท์ (2548, หน้า 24) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า หมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียน การสอน การอบรม การฝึกฝน ทำให้นักเรียนมีความสามารถหรือมีพฤติกรรมที่พัฒนาขึ้น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง (2548, หน้า 27) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า หมายถึง ผลสำเร็จที่เกิดจากพฤติกรรมกระทำกิจกรรมของแต่ละบุคคลที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมากทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา และองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญาซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยา หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่าง ๆ

ละอ อ ปิ่นทอง (2549, หน้า 59) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า คุณลักษณะและสามารถของบุคคลที่ได้รับการพัฒนาขึ้นอันเนื่องเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกและประสบการณ์ที่ได้รับความรู้ ความสามารถ ทักษะ ความรู้สึก และค่านิยมต่าง ๆ

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ของนักการศึกษากล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียน การสอน การฝึกอบรม ในวิชาต่าง ๆ ทำให้นักเรียนมีความสามารถหรือมีพฤติกรรมที่พัฒนาขึ้น 3 ด้าน ได้แก่



ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่าง ๆ

#### พฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้มีนักการศึกษากล่าวไว้ ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2545, หน้า 31-35) ได้สรุปไว้ว่า พฤติกรรมทางการศึกษาที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นของบลูมและคณะ ซึ่งใช้หลักการจัดจำแนกอันดับ (Taxonomy) จำแนกพฤติกรรมการศึกษาเป็น 3 ด้าน คือ พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) พฤติกรรมด้านจิตพิสัย (Affective domain) และพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain) ซึ่งมีรายละเอียดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ดังนี้

พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย เป็นสมรรถภาพทางด้านสมองหรือสติปัญญาของบุคคลในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ แบ่งเป็น 6 ระดับ เรียงตามลำดับขั้นตอนการเกิดพฤติกรรมจากขั้นต่ำสุดถึงขั้นสูงสุด คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ดังนี้

1. ความรู้-ความจำ (knowledge) หมายถึง ความสามารถทางสมองในการทรงไว้ หรือรักษาไว้ซึ่งเรื่องราวต่าง ๆ ที่บุคคลได้รับรู้ไว้ในสมองได้อย่างถูกต้องแม่นยำ จำแนกออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1.1 ความรู้ในเรื่องเฉพาะ เป็นสมรรถภาพทางสมองขั้นต่ำที่สุดที่จะเป็นพื้นฐานให้เกิดสมรรถภาพสมองขั้นสูงที่ซับซ้อน และเป็นนามธรรมต่อไป จำแนกเป็น 2 ข้อ คือ

- ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม เป็นความสามารถในการบอกความหมายของคำ และสัญลักษณ์ต่าง ๆ

- ความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริงบางอย่าง เป็นความสามารถในการบอก กฎ สูตร ทฤษฎี และข้อเท็จจริงต่าง ๆ

1.2 ความรู้ในวิธีดำเนินการ เป็นความรู้ในเรื่องของวิธีการ และการจัดระเบียบ จำแนกเป็น 5 ลักษณะ

- ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน เป็นความสามารถในการบอกรูปแบบ การปฏิบัติ และแบบฟอร์มหรือระเบียบที่เหมาะสมในการปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับของคนส่วนใหญ่

- ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม เป็นความสามารถในการบอกขั้นตอนก่อนหลัง และทิศทางการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่าง ๆ เรื่องราวหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

- ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท เป็นความสามารถในการจำแนก จัดหมวดหมู่ ความเหมือนความแตกต่างตามคุณลักษณะ คุณสมบัติ และหน้าที่ของสิ่งต่าง ๆ เรื่องราว หรือ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ

- ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ เป็นความสามารถในการบอกเกณฑ์ หลักการในการ ในการตรวจสอบ และวินิจฉัยข้อเท็จจริงต่าง ๆ

- ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ เป็นความสามารถในการบอกเทคนิค กระบวนการ และ วิธีการสืบเสาะหาความรู้ในอันที่จะให้ได้มาของผลลัพธ์ที่ต้องการ

1.3 ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อสรุปลักษณะสามัญของ สิ่งต่าง ๆ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

- ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยายหลักวิชา เป็นความรู้ในการสรุปใจความ สำคัญของเรื่องและนำหลักหรือความรู้ที่ได้ไปอภิปรายเรื่องอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกันได้

- ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง เป็นความสามารถในการนำหลักวิชาหลาย ๆ หลักวิชา ซึ่งอยู่ในสกุลเดียวกันมาสัมพันธ์กันจนได้เป็นโครงสร้างของเนื้อความใหม่ในเรื่อง เดียวกันได้

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการจับใจความสำคัญของ เรื่อง สามารถถ่ายทอดเรื่องราวเดิมออกมาเป็นภาษาของตนเองได้โดยที่ยังมีความหมาย เหมือนเดิม พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมามีความเข้าใจมี 3 ลักษณะ คือ

2.1 การแปลความ เป็นความสามารถในการถอดความหมายจากภาษาหนึ่งหรือ แบบฟอร์มหนึ่งไปสู่ภาษาหนึ่งหรืออีกแบบฟอร์มหนึ่ง

2.2 การตีความ เป็นความสามารถในการสรุปความ การแปลความ มองภาพ ส่วนรวมมาเป็นใจความสั้น ๆ อย่างได้ใจความ

2.3 การขยายความ เป็นความสามารถในการเสริมแต่งหรือขยายแนวความคิดให้ กว้างไกลไปจากข้อมูลเดิมอย่างสมเหตุสมผลซึ่งต้องอาศัยการแปลความหมาย การตีความ ประกอบกันจึงสามารถขยายความหมายของเรื่องราวนั้นได้

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำหลักวิชาไปใช้แก้ปัญหาใน สถานการณ์ใหม่ ซึ่งอาจใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกับสถานการณ์ที่เคยพบเห็นมาก่อน

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราว สิ่งต่าง ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ว่าเรื่องราวหรือสิ่งนั้น ๆ ประกอบด้วยอะไรบ้าง มีความสำคัญอย่างไร อะไร เป็นเหตุอะไรเป็นผล และที่เป็นไปอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร การวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ

4.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นความสามารถในการค้นหาจุดสำคัญหรือหัวใจ ของเรื่อง

4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้อง สัมพันธ์กันและการพาดพิงกันระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ว่ามีความเกี่ยวพันกันในลักษณะใด

4.3 วิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการค้นหาว่า การที่โครงสร้างและระบบ ของวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวและการกระทำต่าง ๆ ที่ร่วมกันอยู่ในสภาพเช่นนั้นได้เพราะยึดหลักการ หรือแกนอะไรเป็นสำคัญ

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อเป็นสิ่งใหม่อีกรูปแบบหนึ่งมีคุณลักษณะ โครงสร้างหรือหน้าที่ใหม่ที่แปลกแตกต่าง ไปจากของเดิมแบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ

5.1 การสังเคราะห์ข้อความ เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ข้อความโดยสื่อ หรือโดยการพูด การเขียน การวิพากษ์วิจารณ์ หาข้อยุติบางประการ

5.2 การสังเคราะห์แผนงาน เป็นความสามารถในการกำหนดแนวทางวางแผน ออกแบบ เขียนโครงการหรือโครงการต่าง ๆ ล่วงหน้าขึ้นมาใหม่ให้สอดคล้องกับข้อมูลและ จุดมุ่งหมายที่วางไว้

5.3 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการนำเอานามธรรมย่อย ๆ มาจัดระบบของข้อเท็จจริงหรือส่วนประกอบมาผสมผสานให้เป็นสิ่งสำเร็จรูปหน่วยใหม่ที่แปลกไป จากเดิม

6. การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการพิจารณาตัดสินหรือลง ข้อสรุปเกี่ยวกับคุณค่าของเนื้อหา และวิธีการต่าง ๆ โดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานที่วางไว้ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

6.1 ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ภายใน เป็นความสามารถในการตัดสินเหตุการณ์ใด เหตุการณ์หนึ่งโดยใช้เนื้อหาสาระในเหตุการณ์นั้นเป็นเกณฑ์ในการตัดสิน

6.2 ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก เป็นความสามารถในการตัดสินเหตุการณ์ใด เหตุการณ์หนึ่งโดยใช้เกณฑ์ที่ไม่ได้ปรากฏตามเนื้อเรื่องหรือเหตุการณ์นั้น ๆ แต่ใช้เกณฑ์ที่กำหนด

ขึ้นมาใหม่ซึ่งอาจเป็นเกณฑ์ตามหลักเหตุผล หรือเกณฑ์ที่สังคมหรือระเบียบประเพณีกำหนดไว้ก็ได้

จากพฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่นักการศึกษาได้กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า พฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวัดผลของความรู้ความสามารถของนักเรียนอันเกิดมาจากการจัดการการเรียนรู้ ซึ่งต้องอาศัยทักษะและความรอบรู้ ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในเรื่องนั้น ๆ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวัดพฤติกรรมด้านสติปัญญาของบุคคลตามแนวคิดของบลูมและคณะ ได้ 6 ระดับ คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

### ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2545, หน้า 96) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทั่วไปไว้ ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งได้อีก 2 ชนิด

1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or essay test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ (Objective test or short answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้ตอบเขียนคำตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้ แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ แบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดี จนมีคุณภาพมาตรฐาน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2546, หน้า 185) ได้แบ่งเครื่องมือใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อบกพร่องตรงไหน จะได้ซ่อมเสริม หรือวัดดูความพร้อมก่อนที่จะสอนเรื่องใหม่

2. แบบทดสอบมาตรฐาน สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้ง จนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปกติ

(Norm) ของแบบทดสอบนั้น ซึ่งสามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผล เพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ จะใช้วัดอัตราการพัฒนาของเด็กแต่ละวัยในแต่ละกลุ่มแต่ละภาคก็ได้ จะใช้สำหรับให้ครูวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างวิชาต่าง ๆ ในเด็กแต่ละคนก็ได้ ข้อสอบมาตรฐานนั้นนอกจากจะมีคุณภาพของแบบทดสอบสูงแล้วยังมีมาตรฐานในด้านวิธี ดำเนินการสอบ ก็คือ ไม่ว่าโรงเรียนใดหรือส่วนราชการใดจะนำไปใช้ ต้องดำเนินการสอบแบบเดียวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกถึงวิธีการสอบว่าทำอย่างไร และยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนอีกด้วย ทั้งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน มีวิธีสร้างข้อคำถามที่เหมือนกัน คือจะเป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ได้สอนนักเรียนไปแล้ว สำหรับที่ใช้วัดพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามวัดได้ มักนิยมใช้ตามหลักที่ได้จากผลการประชุมของนักวัดผลซึ่ง บลูมและคณะได้เขียนรวมไว้ในหนังสือ (Taxonomy of educational objectives) โดยสรุปได้ว่า การวัดผลด้านสติปัญญาควรวัดพฤติกรรมออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

วัดด้านความรู้ความจำ (Knowledge)

วัดด้านความเข้าใจ (Comprehension)

วัดด้านการนำไปใช้ (Application)

วัดด้านการวิเคราะห์ (Analysis)

วัดด้านการสังเคราะห์ (Synthesis)

วัดด้านการประเมินค่า (Evaluation)

จากประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นักการศึกษาได้กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง เพื่อใช้วัดเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน และแบบทดสอบมาตรฐาน เพื่อใช้วัดผู้เรียนทั่วไปสร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดี จนมีคุณภาพมาตรฐาน

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หมายถึง คะแนนความสามารถในการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา เรื่อง ประชากรและอวัยวะรับความรู้สึก สอดคล้องกับหลักสูตรของสถานศึกษาที่กำหนดผลการเรียนรู้ขึ้น ซึ่งครอบคลุมพฤติกรรมด้านสติปัญญาของบุคคล 3 ด้าน ตามแนวคิดของบลูมและคณะ ดังนี้



1. ความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการจดจำที่ได้เรียนรู้มาแล้วเป็นเรื่องเกี่ยวกับความรู้คำศัพท์ ข้อเท็จ คำนิยาม โครงสร้าง หลักการหรือหลักวิชา กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถที่นำความรู้มาอธิบายตีความ แปลความ ขยายความ และสรุปประเด็นใจความสำคัญได้
3. การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ความเข้าใจที่มีไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่แตกต่างจากสิ่งที่เคยได้เรียนรู้มาก่อน โดยพิจารณาจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

### การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

#### ความหมายของการคิดวิเคราะห์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการคิดไว้ ดังนี้

กู๊ด (Good, 1973, p. 680) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นการคิดอย่างรอบคอบตามหลักการของการประเมิน และมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาข้อสรุปที่น่าเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล

ดิวี่ (Dewey, 1933, p. 30) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึงการคิดอย่างใคร่ครวญไตร่ตรอง โดยอธิบายขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยาก และสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

นิภาภรณ์ แสงดี (2541, หน้า 7) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นพฤติกรรมของบุคคลในการแยกแยะ การคิดพิจารณาใคร่ครวญ ไตร่ตรอง เพื่อตัดสินใจ แก้ปัญหาอย่างละเอียดรอบคอบมีเหตุผล

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546 หน้า 24) ได้ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า การคิดเชิงวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งและหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น

สุวิทย์ มูลคำ (2554, หน้า 21) ได้ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า ความสามารถในการจำแนก แยกแยะ องค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

จากความหมายของการคิดวิเคราะห์ ที่นักการศึกษากล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อตัดสินใจ แก้ปัญหาอย่างละเอียดรอบคอบมีเหตุผล

### ลักษณะของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ตามแนวของ บลูมและคณะ (Bloom, 1956, p. 201) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผลและที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร การวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 อย่าง ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การแยกแยะสิ่งที่กำหนดมาให้ว่า อะไรสำคัญ หรือจำเป็นหรือมีบทบาทมากที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาว่า ความสัมพันธ์ย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้น เกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร
3. วิเคราะห์หลักการ หมายถึง การค้นหาโครงสร้างและระบบของวัตถุดิบของเรื่องราวและการกระทำต่าง ๆ ว่า สิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพเช่นนั้นอยู่ได้เนื่องด้วยอะไร โดยยึดอะไรเป็นแกนกลาง มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง ยึดถือหลักการใด มีเทคนิคอย่างไร หรือยึดคติใด

จากการคิดวิเคราะห์ที่นักการศึกษากล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ บอกถึงความสำคัญ เหตุและผล ความสัมพันธ์ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นโดยหลักการใดเป็นแกนกลาง

### องค์ประกอบสำคัญของการคิดวิเคราะห์

องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ได้มีผู้กล่าวไว้ ดังนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, หน้า 26-30) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ไว้ ดังนี้

1. ความสามารถในการตีความ เราจะไม่สามารถวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ได้ หากไม่เริ่มต้นด้วยความเข้าใจข้อมูลที่ปรากฏ เริ่มแรกเราจึงจำเป็นต้องพิจารณาข้อมูลที่ได้รับว่าอะไรเป็นอะไร ด้วยการตีความ การตีความ (Interpretation) หมายถึง การพยายามทำความเข้าใจ และให้เหตุผลแก่สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ เพื่อแปลความหมายที่ไม่ปรากฏโดยตรงของสิ่งนั้น เป็นการสร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์โดยสิ่งนั้นไม่ต้องปรากฏโดยตรง คือ ตัวข้อมูลไม่ได้บอกโดยตรงแต่เป็นการสร้างความเข้าใจที่เกินกว่าสิ่งที่ปรากฏ อันเป็นการสร้างความเข้าใจบนพื้นฐาน

ของสิ่งที่ปรากฏในข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ เกณฑ์ที่แต่ละคนใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสินย่อมแตกต่างกันไปตามประสบการณ์และค่านิยมของแต่ละบุคคล

2. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์ เราจะคิดวิเคราะห์ได้ดีนั้นจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้น เพราะความรู้จะช่วยในการกำหนดขอบเขตการวิเคราะห์แจ่มแจ้งและจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไร มีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้างทั้งหมด

3. ความช่างสังเกต ช่างสงสัย และช่างถาม นักคิดวิเคราะห์จะต้องมีองค์ประกอบทั้งสามนี้ร่วมกัน คือต้องเป็นคนที่ช่างสังเกต สามารถค้นพบความผิดปกติท่ามกลางสิ่งที่อยู่อย่างผิวเผิน เหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้น ต้องเป็นคนที่ช่างสงสัย เมื่อเห็นความผิดปกติแล้วไม่ละเลยแต่หยุดพิจารณา ขบคิดไตร่ตรอง และต้องเป็นคนที่ช่างถาม ขอบตั้งคำถามกับตัวเองและคนรอบ ๆ ข้างเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปสู่การคิดต่อเกี่ยวกับเรื่องนั้น การตั้งคำถามจะนำไปสู่การสืบค้นความจริงและเกิดความชัดเจนในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์

4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล นักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมีความสามารถในการให้เหตุผล จำแนกแยกแยะได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริง สิ่งใดเป็นความเท็จ สิ่งใดมีองค์ประกอบในรายละเอียดเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545, หน้า 52) กล่าวว่า องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วย

1. การตีความ ความเข้าใจ และให้เหตุผลแก่สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ เพื่อแปลความของสิ่งนั้นขึ้นอยู่กับการรู้ ประสบการณ์เดิมและค่านิยม

2. การมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์

3. การช่างสังเกต สงสัย ช่างถาม ขอบเขตของการถามที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์จะยึดหลัก 5 W 1 H ประกอบด้วย What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไร) Why (ทำไม) Who (ใคร) และ How (อย่างไร)

4. การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ค้นหาคำตอบได้ว่าอะไรเป็นสาเหตุในเรื่องนั้นเชื่อมโยงกับสิ่งนั้นได้อย่างไร เรื่องนี้ใครเกี่ยวข้องกับเมื่อเกิดเรื่องนี้ส่งผลกระทบต่ออย่างไร มีองค์ประกอบอะไรบ้างที่นำไปสู่สิ่งนั้น มีวิธีการ ขั้นตอนของการทำให้เกิดสิ่งนี้อย่างไร มีแนวทางแก้ไขได้อย่างไรบ้าง ถ้าทำเช่นนี้จะเกิดอะไรขึ้นในอนาคต

จากองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ช่วยให้เรารู้ข้อเท็จจริง รู้เหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้นเข้าใจความเป็นมาเป็นของเหตุการณ์



ต่าง ๆ รู้ว่าเรื่องนั้น มีองค์ประกอบอะไรบ้าง รู้ว่าอะไรเป็นอะไรทำให้เราได้ข้อเท็จจริงที่เป็นฐานความรู้ในการนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา การประเมินและการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

#### การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ล้าน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 149-154) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใด นอกจากนั้นยังมีส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันโดยอาศัยหลักการใด จะเห็นว่าสมรรถภาพด้านการคิดวิเคราะห์จะเต็มไปด้วยการหาเหตุ และผลมาเกี่ยวข้องกันเสมอ การคิดวิเคราะห์จึงต้องอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้ มาประกอบการพิจารณา การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบ่งแยกย่อยออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งที่อยู่บนอะไรสำคัญหรือจำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล เหตุผลใดถูกต้องและเหมาะสมที่สุดตัวอย่างคำถาม เช่น ศิลปินชื่อใดสำคัญที่สุด

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการหาความสัมพันธ์ หรือความเกี่ยวข้องของส่วนย่อยในปรากฏการณ์หรือเนื้อหานั้น เพื่อนำมาอุปมาอุปไมย หรือค้นหาว่าแต่ละเหตุการณ์นั้นมีความสำคัญอะไรที่ไปเกี่ยวพันกัน ตัวอย่างคำถาม เหตุใดแสงจึงเร็วกว่าเสียง

3. วิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราวว่ายึดหลักการใด มีเทคนิค หรือยึดหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ ตัวอย่างคำถาม เช่น รถยนต์วิ่งได้อาศัยหลักการใด

จากการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบ่งแยกย่อยออกเป็น 3 ประเภท คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

#### ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, หน้า 32-46) ได้อธิบายถึงประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมความฉลาดทางสติปัญญา
2. ช่วยให้คำนึงถึงความสมเหตุสมผลของขนาดกลุ่มตัวอย่าง
3. ช่วยลดการอ้างประสบการณ์ส่วนตัวเป็นข้อสรุปทั่วไป

4. ช่วยจุดค้นสาระของความประทับใจครั้งแรก
5. ช่วยตรวจสอบการคาดคะเนบนฐานความรู้เดิม
6. ช่วยวินิจฉัยข้อเท็จจริงจากประสบการณ์ส่วนบุคคล
7. เป็นพื้นฐานการคิดในมิติอื่น ๆ
8. ช่วยในการแก้ปัญหา
9. ช่วยในการประเมินและตัดสินใจ
10. ช่วยให้ความคิดสร้างสรรค์สมเหตุสมผล
11. ช่วยให้เข้าใจแจ่มกระจ่าง

จากประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ช่วยส่งเสริมความฉลาดทางสติปัญญา ความสามารถแก้ปัญหา ความเข้าใจ ประเมินตัดสินใจด้วยความสมเหตุสมผล

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาจำแนกแยกแยะ องค์ประกอบเนื้อหา เหตุการณ์ เรื่องราวต่าง ๆ อย่างรอบคอบมีเหตุผล เพื่อสืบค้นข้อเท็จจริงของคำตอบ การตัดสินใจหรือการสรุปอย่างสมเหตุสมผล สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งครอบคลุมความสามารถของผู้เรียน 3 ด้าน ตามแนวคิด บลูมและคณะ ดังนี้

1. ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาหรือจำแนก แยกแยะ องค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ ว่ามีสาระสำคัญอะไร มีปัจจัยอะไรบ้าง มีเหตุผลอย่างไร หรือหาสาเหตุของเรื่องราวเหตุการณ์ได้ชัดเจน
2. ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้องของส่วนสำคัญต่าง ๆ ของเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น จะส่งผลกระทบต่ออย่างไร
3. ด้านการวิเคราะห์หลักการ หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ ส่วนสำคัญในเรื่องนั้นว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด

## เจตคติต่อวิชาชีววิทยา

### ความหมายของเจตคติ

เจตคติเป็นความรู้สึกของคนที่แสดงออกในวาระและโอกาสต่าง ๆ ซึ่งมีนักการศึกษาและนักวิชาการได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ดังนี้

แอลพอร์ท (Allport, 1935 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2542, หน้า 52) ให้ความหมายเจตคติว่า หมายถึง สภาพความพร้อมของจิต ซึ่งเกิดขึ้นโดยประสบการณ์ สภาพความพร้อมนี้เป็นแรงพยายามที่จะกำหนดทิศทางหรือปฏิบัติต่อบุคคล สิ่งของ หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

กู๊ด (Good, 1973, p. 46) ให้ความหมายเจตคติว่า หมายถึงความโน้มเอียงหรือแนวโน้มของบุคคลที่จะตอบสนองต่อสิ่งของ สถานการณ์ หรือค่านิยม โดยปกติจะแสดงออกมาพร้อมความรู้สึกและอารมณ์ เจตคติไม่สามารถแสดงออกได้โดยตรง แต่อ้างอิงได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกทั้งที่เป็นพฤติกรรมทางภาษาและไม่ใช้ภาษา

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2542, หน้า 54) ให้ความหมายเจตคติว่า เจตคติหรือทัศนคติเป็นความรู้สึก เชื่อ ศรัทธา ต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด จนเกิดความพร้อมที่จะแสดงการกระทำออกมา ซึ่งอาจจะไปในทางที่ดีหรือไม่ดีก็ได้ เจตคดียังไม่เป็นพฤติกรรมแต่เป็นตัวการที่จะทำให้เกิดพฤติกรรม ดังนั้นเจตคติจึงเป็นคุณลักษณะของความรู้สึกที่ซ่อนเร้นอยู่ภายในใจ

สสวท. (2546, หน้า 14-15) ได้ให้ความหมายว่า เจตคติเป็นจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้ทางจิตใจ การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ส่วน คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ด้วยการสังเกตพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของผู้เรียนที่ใช้ระยะเวลาอันพอสมควรและมีการประเมินอย่างสม่ำเสมอ โดยทั่วไปพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนด้านเจตคติ มีการพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอน ดังตารางที่ 2-9

ตารางที่ 2-9 เจตคติและพฤติกรรมการแสดงออก

เจตคติ	พฤติกรรมการแสดงออก
1. การรับรู้	1. สนใจและรับรู้สนเทศหรือสิ่งเร้าด้วยความตั้งใจ
2. ตอบสนอง	2. ตอบสนองต่อข้อสนเทศหรือสิ่งเร้าอย่างกระตือรือร้น
3. เห็นคุณค่า	3. แสดงความรู้สึกรื่นชอบ และมีความเชื่อเกี่ยวกับคุณค่าของเรื่องที่เรียนรู้
4. จัดระบบ	4. จัดระบบ จัดลำดับ เปรียบเทียบและบูรณาการเจตคติกับคุณค่าเพื่อนำไปใช้หรือปฏิบัติได้
5. สร้างคุณลักษณะ	5. เลือกปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติในสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

วิชาญ เลิศลพ (2543, หน้า 52-53) ให้ความหมายเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความรู้สึกรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในเชิงบวกหรือลบ ซึ่งวัดได้จากแบบวัดเจตคติที่ประกอบด้วยคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ซึ่งแบ่งเป็น 5 ด้าน ดังนี้

1. ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาวิทยาศาสตร์
2. การเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์
3. ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์
4. ความนิยมชมชอบในวิชาวิทยาศาสตร์
5. การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์

จากความหมายของเจตคติที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าเจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลเมื่อได้รับประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งนามธรรมและรูปธรรม ทำให้เกิดความรู้สึกตอบสนองด้วยอาการเต็มใจหรือไม่เต็มใจที่จะทำสิ่งนั้น ๆ และพร้อมที่จะแสดงออกมาเป็นความคิดเห็นหรือพฤติกรรมต่าง ๆ ซึ่งการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ส่วน คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบวัดเจตคติที่ประกอบด้วยคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ซึ่งแบ่งเป็น 5 ด้าน คือ ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาวิทยาศาสตร์ การเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ความนิยมชมชอบในวิชาวิทยาศาสตร์ และการแสดงออกหรือมีส่วนร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์

### องค์ประกอบของเจตคติ

ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ (2542, หน้า 59) กล่าวว่า เจตคติจะมีองค์ประกอบอะไรบ้าง จำนวนเท่าไร นักจิตวิทยามีความเชื่อแตกต่างกันยังไม่มียุทธวิธีแน่นอน เพราะแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มพยายามศึกษาค้นคว้าไปเรื่อย ๆ ปัจจุบันมีแนวความคิดเห็นแตกต่างกันอยู่ 3 กลุ่ม

1. เจตคติมีองค์ประกอบเดียว ตามความคิดหรือแนวความเชื่อนี้พิจารณาได้จากนิยามเจตคตินั้นเอง กลุ่มนี้จะมองเจตคติเกิดจากการประเมินเป้าของเจตคติว่ารู้สึกชอบหรือไม่ชอบ นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้ได้แก่ เทอร์สโตน (Thurstone) แอลพอร์ต (Allport) และคนอื่น ๆ อีกหลายคน
2. เจตคติมีสององค์ประกอบ ตามแนวคิดนี้มองเจตคติประกอบด้วย องค์ประกอบด้านสติปัญญา (Cognitive) และความรู้สึก (Affective) นักจิตวิทยาที่สนับสนุนการแบ่งเจตคติเป็น 2 องค์ประกอบ ได้แก่ แคทซ์ (Katz)
3. เจตคติมีสามองค์ประกอบแนวความคิดนี้เชื่อว่าเจตคติมี 3 องค์ประกอบ หรือ 3 ส่วน (Three components) ได้แก่

3.1 ด้านสติปัญญา (Cognitive component) ประกอบด้วย ความรู้ ความคิดและความเชื่อที่ผู้นั้นมีต่อเป้าเจตคติ

3.2 ด้านความรู้สึก (Affective component) หมายถึง ความรู้สึกหรืออารมณ์ของคนใดคนหนึ่งที่มีต่อเป้าเจตคติ ว่ารู้สึกชอบหรือไม่ชอบสิ่งนั้น พอใจหรือไม่พอใจ หลังจากการสัมผัสหรือรับรู้เป้าเจตคติแล้ว สามารถแสดงความรู้สึกโดยการประเมินสิ่งนั้นว่าดีหรือไม่ดี

3.3 ด้านพฤติกรรม (Behavioral component) บางที่เรียกว่า Action component เป็นด้านแนวโน้มของการจะกระทำหรือจะแสดงพฤติกรรม เจตคติเป็นพฤติกรรมซ่อนเร้นในขั้นนี้เป็นการแสดงแนวโน้มของการกระทำต่อเป้าเจตคติเท่านั้น ยังไม่แสดงออกจริง

จากองค์ประกอบของเจตคติที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า เจตคติจะมีองค์ประกอบซึ่งแนวความคิดเห็นแตกต่างกันอยู่ 3 กลุ่ม คือ เจตคติมีองค์ประกอบเดียว เจตคติมีสององค์ประกอบ เจตคติมีสามองค์ประกอบ

### เครื่องมือการวัดเจตคติ

ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ (2542, หน้า 60) กล่าวว่า เจตคติเป็นมโนภาพ (Concept) ที่วัดได้ยาก เครื่องมือการวัดจึงมีได้หลายรูปแบบ แล้วแต่สถานการณ์ที่ต้องการวัด เครื่องมือที่นิยมใช้กันมีอยู่ 5 ชนิด คือ

1. สัมภาษณ์ (Interview) การสัมภาษณ์ หมายถึง การพูดคุยกันอย่างมีจุดมุ่งหมายผู้สัมภาษณ์ที่ดีต้องฟังมากกว่าพูดเสียเองต้องไม่หุเบา จะยึดตามแนววัตถุประสงค์ที่จะวัดและบันทึกไว้ได้อย่างถูกต้อง การสัมภาษณ์ใช้ปากเป็นเครื่องมือสำคัญ ได้ผลอย่างไรบันทึกเอาไว้



การวัดเจตคติโดยการสัมภาษณ์จะต้องสร้างข้อคำถามในการสัมภาษณ์ให้ดีเป็นมาตรฐานก่อน ข้อคำถามแต่ละข้อจะต้องกระตุ้นยูเอชให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบความรู้สึกต่อเป้าเจตคติ ที่ผู้ทำการสัมภาษณ์ต้องการได้ข้อคำถามหรือข้อรายการนั้นต้องเขียนเน้นความรู้สึกที่สามารถวัดเจตคติได้ตรงเป้าหมาย การเตรียมคนและเตรียมเครื่องมือการวัดจึงเป็นสิ่งสำคัญ การวางแผนสร้างข้อคำถามจะต้องคิดถึงระยะเวลา ลักษณะของผู้ถูกสัมภาษณ์ด้วย ข้อคำถามควรถามคลุมทั้งทางบวกและทางลบ เพื่อจะได้ใช้ประเมินเปรียบเทียบความรู้สึกที่แท้จริง ลักษณะของการสัมภาษณ์ที่ดี ควรมีลักษณะดังนี้

1.1 การสัมภาษณ์ต้องเป็นการช่วยเหลือหรือกระตุ้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์อยากจะทำและให้คำตอบที่คงที่พอควร คือถามให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตื่นตัวอยู่เสมอ อย่าปล่อยให้หลงผิดผู้สัมภาษณ์จะตั้งคำถามให้เป็นที่น่าสนใจแก่ผู้ถูกสัมภาษณ์

1.2 คำถามที่ถามพยายามถามให้ตรงจุดที่สุด หรือเป็นคำถามที่มีความแจ่มชัดว่าผู้สัมภาษณ์ต้องการให้ตอบในแง่ไหนไม่ควรใช้คำถามกว้างเกินไป อาจจะทำให้การลงสรุปได้ยาก

1.3 คำถามควรมีความเชื่อมั่นสูง แม้จะใช้คำถามเดิม ถามซ้ำอีกก็ได้รับคำตอบเหมือนเดิม

1.4 คำถามที่ใช้สัมภาษณ์ควรจะได้คำตอบที่สามารถนำไปขยายอิงสู่เหตุการณ์ที่คล้ายคลึงกันได้

2. การสังเกต (Observation) การสังเกต คือ การเฝ้ามองดูสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างมีจุดมุ่งหมาย เครื่องมือสำคัญของการสังเกตก็คือ **ตาและหู**นั่นเอง การเฝ้าดูโดยการบันทึกในสมองจะทำให้ลืมเลือนง่าย ข้อรายงาน (Checklist) **ที่จะใช้ในการสังเกตจึงควรเตรียมไว้ให้พร้อม** การสังเกตที่ดีก็ต้องฝึกเหมือนกัน จึงจะทำหน้าที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์ ผู้สังเกตควรจะเป็นที่รับรู้และมีประสาทตาดี มิฉะนั้นแล้วจะทำให้ข้อมูลคลาดเคลื่อน

3. การรายงานตนเอง (Self-report) เครื่องมือแบบนี้ต้องการให้ผู้ถูกสอบถามแสดงความรู้สึกของตนเองตามสิ่งเร้าที่เขาได้สัมผัส นั่นคือสิ่งเร้าที่เป็นข้อความ ข้อคำถาม หรือเป็นภาพ เพื่อให้ผู้สอบถามแสดงความรู้สึกออกมาอย่างตรงไปตรงมานั่นเอง แบบทดสอบหรือมาตรวัดที่ถือว่าเป็นแบบมาตรฐาน (Standard form) เป็นแนวการสร้างของเทอร์สโตน (Thurstone) กัตแมน (Guttman) ลิเกิต (Likert) และออสกู๊ด (Osgood) ซึ่งจะกล่าวละเอียดในภายหลัง ส่วนการวัดเจตคติแบบรายงานตนเองยังมีวิธีแบบอื่น ๆ อีกมาก แต่ไม่ถือว่าเป็นรูปแบบมาตรฐาน ซึ่งสร้างแล้วจุดมุ่งหมายของการสร้างหรือการวัดเป็นคราว ๆ ไป

4. เทคนิคการจินตนาการ (Projective techniques) แบบนี้อาศัยสถานการณ์หลายอย่างไปให้ผู้สอบ สถานการณ์ที่กำหนดให้จะไม่มีโครงสร้างที่แน่นอนทำให้ผู้สอบจะต้องจินตนาการออกมาตามแต่ประสบการณ์เดิมของตน แต่ละคนจะแสดงออกมาไม่เหมือนกัน เช่น ประเภทให้เติมประโยคให้สมบูรณ์ ภาพนามธรรมเติมเรื่องราวสั้น ๆ เล่านิทานจากภาพ ฯ ล ฯ การแปลความหมายอาศัยผลจากการตอบสิ่งที่กล่าวมาแล้ว ก็พอจะรู้ว่าผู้นั้นมีเจตคติอย่างไร ต่อเป้าเจตคตินั้น ๆ

5. การวัดทางสรีระภาพ (Physiological measurement) การวัดด้านนี้อาศัย เครื่องมือไฟฟ้า หรือเครื่องมืออื่น ๆ ในการสังเกตการเปลี่ยนแปลงสภาพของร่างกาย เช่น การใช้เครื่องกัลวานอมิเตอร์ชนิดหนึ่ง เพื่อวัดดูความต้านทานกระแสไฟฟ้าในผิวหนัง เมื่อคนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ ส่วนผสมของสารเคมีต่าง ๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพปกติ เรียกว่า มีกระแสไฟฟ้าไหลสามารถเปลี่ยนแปลงขนาดได้ เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าก็จะสามารถวัดตรวจสอบเปรียบเทียบกับขณะที่ร่างกายอยู่ในสภาพปกติได้ เครื่องมือจับเท็จอาศัยหลักการอันนี้ การจะเชื่อถือได้ขนาดไหนต้องศึกษาให้รอบคอบ อารมณ์ต่าง ๆ อาจศึกษาได้จากการเปลี่ยนแปลงของลูกตาดำปริมาณของฮอร์โมนบางอย่างก็สามารถบอกอารมณ์ความพอใจหรือไม่พอใจของคนได้

จากเครื่องมือการวัดเจตคติที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า เครื่องมือการวัดเจตคติมีได้หลายรูปแบบ แล้วแต่สถานการณ์ที่ต้องการวัดเครื่องมือที่นิยมใช้กันมีอยู่ 5 ชนิด คือ การสัมภาษณ์ การสังเกต การรายงานตนเอง เทคนิคการจินตนาการ และการวัดทางสรีระภาพ

#### การวัดประเมินผลเจตคติ

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2534, หน้า 7-8) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการวัดเจตคติไว้ดังนี้

1. การศึกษาเจตคติ เป็นการศึกษาความคิดเห็น ความรู้สึกของบุคคลที่มีลักษณะคงเส้นคงวา หรืออย่างน้อยเป็นความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่จะไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้น เนื้อหา หรือสิ่งเข้าให้แสดงกิริยาท่าทีออกมาต้องมีโครงสร้างแน่นอน
2. เจตคติเป็นสิ่งที่สามารถวัดหรือสังเกตได้โดยตรง ฉะนั้นการวัดเจตคติจึงเป็นการวัดทางอ้อม จากแนวโน้มที่บุคคลจะแสดงออกหรือประพฤติอย่างมีระเบียบแบบแผนคงที่มิใช่พฤติกรรมโดยตรงของมนุษย์

3. การศึกษาเจตคติของบุคคลเหล่านั้น ไม่ใช่เป็นการศึกษาแต่เฉพาะทิศทาง เจตคติของบุคคลเหล่านั้น แต่ต้องศึกษาถึงระดับความมากน้อยหรือความเข้มของเจตคตินั้นด้วย โดยทั่วไป กำหนดให้เจตคติมีทิศทางเป็นเส้นตรงและต่อเนื่องกัน

การวัดเจตคติสามารถทำได้หลายวิธี คือบางวิธีเน้นความเป็นมิติเดียวกันมากกว่าวิธีอื่น ๆ บางวิธีเน้นทางด้านกาหนดช่วงคะแนนเท่ากัน บางวิธีเน้นความสามารถในการสร้างทฤษฎีใหม่ได้ ซึ่งแต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสีย แต่ที่นิยมกัน ได้แก่ การวัดของลิเกิต (Likert) เพราะมาตรการวัดเจตคติแบบลิเกิต (Likert scale) วัดโดยใช้ข้อความเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สอบถามความคิดเห็นของบุคคลที่มีต่อเรื่องนั้นแล้วให้บุคคลนั้นแสดงความรู้สึกต่อข้อความดังกล่าว การตอบสนองข้อความนั้นอาจเป็นได้ทั้งเห็นด้วยหรือพอใจ (Favorable) หรือไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้น (Unfavorable) หรือแสดงความไม่แน่ใจ (Uncertain) กับข้อความนั้น มีวิธีการสร้างข้อความ โดยเขียนข้อความเกี่ยวกับคุณลักษณะของเรื่องที่จะสอบถามให้ครอบคลุม

ลักษณะที่สำคัญให้ครบถ้วนทุกแง่มุม โดยให้มีข้อความที่แสดงคุณค่าทั้งทางด้านบวกและด้านลบ กำหนดระดับ (Scale) ของการตอบสนองในแต่ละข้อความที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

1. เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly agree)
2. เห็นด้วย (Agree)
3. ไม่แน่ใจ (Uncertain)
4. ไม่เห็นด้วย (Disagree)
5. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Unstrongly agree)

ให้ผู้ตอบอ่านข้อความที่กำหนดขึ้นในแต่ละข้อ แล้วแสดงความรู้สึกว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อนั้น มากน้อยเพียงใด หรือในระดับใด หรืออีกในหนึ่งให้พิจารณาว่าแต่ละข้อความนั้นกล่าวถึงเรื่องต่าง ๆ ตรงกับระดับความรู้สึกของผู้ตอบในระดับใด ในระดับการให้น้ำหนักคะแนนเพื่อแทนระดับ เจตคติตามวิธีการของลิเกิต (Likert) สามารถให้ได้ 3 วิธี คือ วิธีใช้หลักคะแนนมาตรฐาน วิธีกำหนดค่าน้ำหนัก และวิธีหาผลรวมน้ำหนัก ความเบี่ยงเบน ทั้งสามวิธีจะได้น้ำหนักของความเห็นของบุคคลได้สอดคล้องสัมพันธ์กัน ในเชิงปฏิบัตินิยมกำหนดค่าน้ำหนักเป็นค่าประจำระดับของแต่ละระดับความเห็น คือ กำหนด 5-4-3-2-1 หรือแบบ 4-3-2-1-0 แต่ถ้าข้อความใดกล่าวลบ การให้น้ำหนักความเห็นของข้อความนั้นจะให้กลับเป็น 1-2-3-4-5 หรือ 0-1-2-3-4 เมื่อแต่ละระดับความเห็นของแต่ละข้อความวัดเจตคติมีค่าประจำตายตัว การที่จะหาว่าบุคคลใด มีเจตคติอย่างไร ก็ใช้วิธีรวมน้ำหนัก หรือคะแนนจากการตอบทุกข้อความของ



แต่ละคน ถ้านำหน้ากรวมจากการตอบข้อความทั้งหมดมีค่าสูง แสดงว่าระดับเจตคติของบุคคลนั้นต่อสิ่งนั้น เป็นไปในลักษณะพอใจหรือคล้อยตาม แต่ถ้าได้คะแนนหรือนำหน้ากรวมต่ำ แสดงว่าบุคคลนั้นมีเจตคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้นหรือมีความรู้สึกไม่พอใจ หรือคัดค้านในสิ่งนั้น

จากการวัดประเมินผลเจตคติที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดประเมินผลเจตคติที่นิยมใช้กัน ได้แก่ การวัดของลิเกิต (Likert) เป็นวัดโดยใช้ข้อความเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สอบถามความคิดเห็นของบุคคลที่มีต่อเรื่องนั้นแล้วให้บุคคลนั้นแสดงความรู้สึกต่อข้อความดังกล่าว โดยให้มีข้อความที่แสดงคุณค่าทั้งทางด้านบวกและด้านลบ

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสรุปได้ เจตคติต่อวิชาชีพวิชา หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาชีววิทยาที่ได้รับการสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ซึ่งแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยาประกอบด้วยคำถามครอบคลุม 5 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้สึกต่อวิชาชีววิทยา
2. ความสำคัญของวิชาชีววิทยา
3. ความชื่นชอบในวิชาชีววิทยา
4. ความสนใจในวิชาชีววิทยา
5. การมีส่วนร่วมในวิชาชีววิทยา

โดยพิจารณาคะแนนจากการตอบแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ซึ่งเป็นแบบลิเกิต (Likert scale) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)

งานวิจัยภายในประเทศ

จงกลรัตน์ อัจศัตู (2544) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้และนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ ผลการศึกษาพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนปกติ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เยาวลักษณ์ ชื่นอารมณ์ (2549) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ผลการศึกษาพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 5E หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 5E หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จุภาภา ประถมวงษ์ (2551) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E) กับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น และนักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อชิระ อุตมาน (2554) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 5E มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนการคิดวิเคราะห์ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

#### งานวิจัยต่างประเทศ

อิบบราฮิม (Ebrahim, 2004) ได้ศึกษาผลการสอนแบบปกติกับการสอนโดยวัฏจักรการเรียนรู้ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 111 คน จาก 4 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 56 คน เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 ชั้น และกลุ่มควบคุม 55 คน เรียนแบบปกติ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ การสอนใช้ครูเพศหญิงสอน นักเรียนชายทั้ง 2 กลุ่ม และครูเพศหญิงอีก 1 คน สอนนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม การเก็บข้อมูลใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ การทดลองใช้การทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

วอลฟ และฟราเซอร์ (Wolf & Fraser, 2007 อ้างถึงใน ประภัสสร บุญทวีกุลสวัสดิ์, 2553, หน้า 47) ศึกษาบรรยายภาคการจัดการเรียนรู้ เจตคติ และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้การจัดกิจกรรมการทดลองรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชาฟิสิกส์ โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ทำการทดลองแบบเน้นรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ กับที่ทดลองแบบไม่เน้นรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า การทดลองแบบเน้นรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน มีเจตคติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าแบบไม่เน้นรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ อย่างมีนัยสำคัญ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา

งานวิจัยภายในประเทศ

ศิริลักษณ์ แก้วสมบูรณ์ (2544) ได้ศึกษาผลของการใช้เทคนิคผังกราฟิกในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการนำเสนอข้อความรู้ด้วยผังกราฟิกและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ผังกราฟิกแบบต่าง ๆ ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

อัครชัย รัตนศิลป์ (2548) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาชีววิทยา เรื่องระบบประสาท และอวัยวะรับสัมผัส โดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนติลวงหน้า ผลการศึกษาพบว่า จำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมได้ นักเรียนมีความสุข สนุกสนานและให้ความสนใจกับการเรียนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนติลวงหน้าเป็นอย่างดี

ปรียา สุขเจริญ (2549) ได้ศึกษาผลการใช้วัฏจักรการเรียนรู้และการสร้างแผนที่ความคิด ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียน ช่วงชั้นที่ 4 ปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้และการสร้างแผนที่ความคิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและเจตคติต่อวิชาชีววิทยาสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จันทิมา พลภักดี (2550) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนผังความคิด เรื่องชีวิตสัตว์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 67.35 นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจและสนุกกับการเรียนรู้โดยใช้แผนผังความคิด

อุไรวรรณ โคตะสา (2553) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบต่าง ๆ ในร่างกาย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิคแผนผังความคิด พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจ ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญาอยู่ในระดับมาก

#### งานวิจัยต่างประเทศ

แมคเคลน (McClain, 1986) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำแผนผังทางปัญญามาใช้ในการอธิบายโครงสร้างของเนื้อหาวิชา ก่อนทำการสอน ซึ่งทำการศึกษากับนักเรียนในระดับ มหาวิทยาลัย พบว่า เทคนิคแผนผังทางปัญญา ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ได้ดีขึ้น รวมทั้งยังพบว่า มีส่วนช่วยในการจดบรรยาย พัฒนาคุณภาพในการระดมสมองของนักศึกษา ทำให้การจดบันทึกชัดเจน นักศึกษามีความคิด เป็นอิสระมากขึ้น รวมทั้งยังช่วยเพิ่มความเข้าใจด้วย ซึ่งถือว่าเป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์แต่ละบุคคลได้ดี

เมรี่ (Mary, 1997) ได้นำวิธีการผังความคิด (Mind mapping approach) มาใช้ในการสอนวิชาเรขาคณิตแก่นักเรียน จำนวน 639 คน ซึ่งมีครูรับผิดชอบร่วมการสอนจำนวน 45 คน จากการศึกษา พบว่า วิธีการสร้างผังความคิดสามารถ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และเข้าใจ บทเรียน ตลอดจนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตได้ง่ายและดีขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าวิธีการผังความคิดนั้นมีคุณค่าต่อการเรียนรู้วิชาเรขาคณิตของนักเรียนมากกว่าวิธีการดั้งเดิมที่ครูเคย ใช้อยู่

ลิฟ (Leaf, 1998) ได้ศึกษาการสอนแบบแผนผังความคิดกับกลุ่มนักเรียนพิการที่ยังไม่เคยเรียนรู้ โดยใช้แผนผังความคิดและทำการสอนซ้ำอีกครั้งโดยครูและนักบำบัด ผลการศึกษา พบว่า การสอนแบบใช้แผนผังความคิดได้ผลดี แนวโน้มของการเรียนรู้ในระยะยาวพบว่านักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น ส่งเสริมด้านการคิดแก้ปัญหา เกิดทักษะและเกิดการเรียนรู้ สิ่งใหม่ ๆ ด้วยตนเอง

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

##### งานวิจัยภายในประเทศ

วิชาญ เลิศลพ (2543) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีการจัดการเรียน การสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้รูปแบบ สสวท. และรูปแบบผสมผสานระหว่างวัฏจักร การเรียนรู้ และรูปแบบผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และรูปแบบผสมผสานระหว่าง วัฏจักรการเรียนรู้และสสวท. ผลผลิตสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบ สสวท. อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เบญจมาศ เกศแก้ว (2548) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการคิดขั้นสูง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 74.29 ผ่านเกณฑ์ความรอบรู้ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

สุธารพินค์ โนนศรีชัย (2550) ได้ศึกษา การคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผลการศึกษาพบว่า 1) ด้านการคิดวิเคราะห์วิชาชีววิทยามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 76.19 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 80.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 3) นักเรียนมีความคิดเห็นต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยภาพรวม เห็นด้วยอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.02$ )

#### งานวิจัยต่างประเทศ

แฟรงเกิล (Frankel, 1960 อ้างถึงใน ตริยพล โฉมใสว, 2552) ได้ทำการศึกษา สาเหตุที่ทำให้ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับผู้เรียนชายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ แต่มีระดับสติปัญญาเท่ากันมีความสามารถทางวิชาการแตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า ความสนใจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถทางวิชาการแตกต่างกัน โดยผู้เรียนชายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ขณะที่ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีความสนใจเกี่ยวกับเครื่องจักรกล และศิลปะ

จอห์น (John, 1986) ได้ศึกษาผลในระยะยาวของการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้และความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ เซาว์ปัญญาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างคัดเลือกจากนักเรียนเกรด 6 ซึ่งมีเซาว์ปัญญาเท่ากัน (ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Posttest only experimental design) แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่สอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้และกลุ่มควบคุมที่สอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ระหว่างวิธีการสอนและระหว่างเพศมีความแตกต่างกัน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กัน จากการสอนทั้งสองวิธี นอกจากนี้ยัง พบว่า ความคงทนทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันโดยนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่า



## งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

### งานวิจัยภายในประเทศ

อาร์ม โพร้พัฒน์ (2550) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ  
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้  
ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติหลังเรียนสูงกว่า  
ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน  
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุธารพินค์ โนนศรีชัย (2550) ศึกษาเรื่อง การคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)  
ผลการศึกษาพบว่า 1) ด้านการคิดวิเคราะห์วิชาชีววิทยามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือ  
ร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 76.19 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ด้าน  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ  
80.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 3) นักเรียนมีความคิดเห็นต่อ  
กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยภาพรวม เห็นด้วยอยู่ในระดับมาก  
( $\bar{X} = 4.02$ )

จุฬาลักษณ์ ภูปัญญา (2550) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิคผังกราฟิก ด้านการคิด  
วิเคราะห์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านการคิดวิเคราะห์ร้อยละ 64.82  
ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 71.02

### งานวิจัยต่างประเทศ

เรย์ (Ray, 1979 อ้างถึงใน อาร์ม โพร้พัฒน์, 2550) ได้วิจัยเปรียบเทียบอิทธิพลของ  
การใช้คำถามระดับที่ต่ำกับคำถามระดับที่สูงในการสอนวิชาเคมีที่มีความซับซ้อนนามธรรม  
และการคิดอย่างมีเหตุผล (Abstract reasoning and critical thinking) ของนักเรียนระดับ  
มัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 54 คน โดยจัดสภาพแวดล้อมให้เหมือนกันหมด  
กลุ่มที่ 1 สอนด้วยคำถามระดับต่ำ กลุ่มที่ 2 งามด้วยคำถามระดับสูง ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ถาม  
ด้วยคำถามระดับสูงสามารถทำคะแนนจากแบบทดสอบในเรื่องของมีเหตุผลเชิงนามธรรมและ  
การคิดอย่างมีเหตุผลได้มากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง

เลวิน (Levin, 1980 อ้างถึงใน อาร์ม โพรทัศน์, 2550) ในโครงการ IEA ได้ทำการวิจัยกับนักเรียน 19 ประเทศ พบว่า นักเรียนจะปฏิบัติงานได้ดี ในกรณีทำงานเหล่านั้น ใช้ความสามารถด้านการคิด ด้านความรู้ความจำ (Knowledge) และจะปฏิบัติงานได้ดีพอสมควรเมื่อเป็นงานที่ใช้ความสามารถด้านการคิดที่ซับซ้อน เช่น การนำไปใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) การประเมิน (Evaluation)

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

##### งานวิจัยภายในประเทศ

สุรจิตา เศรษฐภักดี (2547) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จุฑามาศ แหนผัน (2548) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนตามแนววัฏจักรการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2 หลังจากได้รับการสอนตามแนววัฏจักรการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

##### งานวิจัยต่างประเทศ

เดวิส (Davis, 1979) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการชี้แนะแนวทางในการค้นพบ (Guided inquiry discovery approach) กับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตาราง (Expository-text approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิกเตอร์ และจอร์จ (Victor & George, 1975 อ้างถึงใน เยาวลักษณ์ ชื่นอารมย์, 2549) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา กับนักศึกษา มหาวิทยาลัยครูและครูวิทยาศาสตร์ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามวิธีของเทอร์สตัน ผลปรากฏว่า นักเรียนระดับมัศึกษามหาวิทยาลัยมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) และเทคนิคแผนผังทางปัญญา เป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่สามารถช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนได้ อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดกระบวนการคิด การค้นคว้าหาความรู้ มีความคิดสร้างสรรค์ มีความสนใจและสนุกกับการเรียนรู้

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำไปใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สถานการณ์หรือกิจกรรมที่หลากหลาย เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันและความสนใจของผู้เรียน ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค แผนผังทางปัญญา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ในรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 2 เรื่องระบบประสาท และอวัยวะรับความรู้สึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และการสร้างแบบทดสอบ การประเมินผล เกณฑ์การให้คะแนน



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

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

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถของนักเรียน จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวน 280 คน

##### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 42 คน

## รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One group pretest-posttest design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 248-249) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แบบแผนการทดลองแบบ One group pretest-posttest design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	O <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>

ความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

O<sub>1</sub> แทน การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

O<sub>2</sub> แทน การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

X<sub>1</sub> แทน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น

(5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E)

ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
3. แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
4. แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา

## การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต ผลการเรียนรู้ในการเรียนรู้อิงตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

ว.1.1 ม.4-6/ 3 สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการควบคุมคุณภาพของน้ำ แร่ธาตุ และอุณหภูมิของมนุษย์ และสัตว์อื่น ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.2 ศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ในด้านต่าง ๆ ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E)

ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา	การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์	เจตคติต่อวิชาชีววิทยา
1.ขั้นสร้างความสนใจเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement)	1. ความรู้ความจำ	2. ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์	1. ด้านความรู้สึกรักต่อวิชาชีววิทยา 4. ความสนใจในวิชาชีววิทยา 5. การมีส่วนร่วมในวิชาชีววิทยา

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

แผนการจัดการ การเรียนรู้	ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาชีววิทยา	การคิดวิเคราะห์ ทางวิทยาศาสตร์	เจตคติต่อวิชาชีววิทยา
2. ขั้นสำรวจและ ค้นหา (Exploration)	1. ความรู้ความจำ (Knowledge) 2. ความเข้าใจ (Comprehension)	1. ด้านการวิเคราะห์ ความสำคัญ 2. ด้านการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ 3. ด้านการวิเคราะห์ หลักการ	5. การมีส่วนร่วมในวิชาชีววิทยา
3. ขั้นอธิบายและลง ข้อสรุป (Explanation) ร่วมกับเทคนิคแผนผัง ทางปัญญา	1. ความรู้ความจำ (Knowledge) 2. ความเข้าใจ (Comprehension)	1. ด้านการวิเคราะห์ ความสำคัญ 2. ด้านการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ 3. ด้านการวิเคราะห์ หลักการ	1. ด้านความรู้สึกรักต่อวิชา ชีววิทยา 3. ความชื่นชอบในวิชาชีววิทยา 4. ความสนใจในวิชาชีววิทยา 5. การมีส่วนร่วมในวิชาชีววิทยา
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	2. ความเข้าใจ (Comprehension) 3. การนำไปใช้ (Application)	2. ด้านการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์	2. ความสำคัญของวิชาชีววิทยา
5. ขั้นประเมินผล (Evaluation)	1. ความรู้ความจำ (Knowledge) 2. ความเข้าใจ (Comprehension) 3. การนำไปใช้ (Application)	1. ด้านการวิเคราะห์ ความสำคัญ 2. ด้านการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ ด้านการวิเคราะห์ หลักการ	1. ด้านความรู้สึกรักต่อวิชา ชีววิทยา 3. ความชื่นชอบในวิชาชีววิทยา 4. ความสนใจในวิชาชีววิทยา 5. การมีส่วนร่วมในวิชาชีววิทยา

1.3 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตร  
สถานศึกษากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พุทธศักราช 2557  
โรงเรียนระยองวิทยาคม โดยกำหนดเนื้อหาในสาระที่ 1 เรื่อง ประชากรและอวัยวะรับความรู้สึก  
ซึ่งได้เนื้อหา 6 เรื่อง ใช้เวลาทั้งสิ้น 18 คาบ ดังรายละเอียดในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระที่ 1 เรื่อง ประเทศและอวัยวะรับความรู้สึก

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนัก (%)	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับ การทำงานของระบบประสาท และอวัยวะรับความรู้สึก	1. การรับรู้และการตอบสนอง	1. นักเรียนสามารถสรุปได้ว่า สิ่งมีชีวิตมีหน่วยรับความรู้สึก หน่วยแปลความรู้สึก และหน่วยปฏิบัติงานที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการรับและตอบสนองของพารามีเซียม ไฮดรา พลานาเรีย แมลงและสัตว์มีกระดูกสันหลังบางชนิดได้ 3. นักเรียนสามารถอธิบาย และเปรียบเทียบวิธีการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิดที่มีเส้นใยประสานประสาท สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิดที่มีประสาทและเส้นประสาท และสัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีสมองและไขสันหลังได้	10	2
	2. เซลล์ประสาท	1. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ประสาทได้ 2. นักเรียนสามารถระบุชนิดของเซลล์ประสาทที่จำแนกตามโครงสร้างและหน้าที่ พร้อมยกตัวอย่างได้ 3. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดเยื่อหุ้มไมอีลินของเซลล์ประสาทได้	10	2

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนัก (%)	เวลา เรียน (ชั่วโมง)
		4. นักเรียนสามารถระบุบริเวณที่มีการถ่ายทอดกระแสประจุจากเซลล์ประสาทหนึ่งไปยังเซลล์ประสาทอีกเซลล์หนึ่งได้		
	2. เซลล์ประสาท	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ประสาทได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถระบุชนิดของเซลล์ประสาทที่จำแนกตามโครงสร้างและหน้าที่ พร้อมยกตัวอย่างได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดเยื่อหุ้มไมอีลินของเซลล์ประสาทได้</li> <li>4. นักเรียนสามารถระบุบริเวณที่มีการถ่ายทอดกระแสประจุจากเซลล์ประสาทหนึ่งไปยังเซลล์ประสาทอีกเซลล์หนึ่งได้</li> </ol>	10	2
	3. การทำงานของ เซลล์ประสาท	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถสรุปข้อมูลการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ การเคลื่อนที่ของกระแสประสาทได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถอธิบายถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทได้</li> <li>4. นักเรียนสามารถอธิบายการถ่ายทอดกระแสประจุระหว่างเซลล์ประสาทได้</li> </ol>	10	2

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนัก (%)	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
	4. ศูนย์ควบคุมระบบประสาท	1. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างและหน้าที่สำคัญของสมองส่วนต่าง ๆ ได้	15	3
		2. นักเรียนสามารถอธิบายชนิดและหน้าที่ของเส้นประสาทสมองได้		
		3. นักเรียนสามารถอธิบาย และอภิปรายโครงสร้างและหน้าที่ของไขสันหลังได้		
		4. นักเรียนสามารถอธิบายทิศทางของกระแสประสาทที่เข้าและออกจากไขสันหลังได้		
5. การทำงานของระบบประสาท		1. นักเรียนสามารถอธิบาย และสรุปองค์ประกอบของระบบประสาทได้	15	3
		2. นักเรียนสามารถอธิบาย และเปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาทโตมาติกและระบบประสาทอัตโนมัติได้		
6. อวัยวะรับความรู้สึก		1. นักเรียนสามารถอธิบายหน้าที่ของโครงสร้างภายนอกและโครงสร้างภายในของนัยน์ตาได้	40	6
		2. นักเรียนสามารถอธิบายการมองเห็นวัตถุและสีของวัตถุ การทำงานของนัยน์ตาในการแยกสีของวัตถุและตำแหน่งของจุดอดและตำแหน่งโฟเวียได้		

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนัก (%)	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
		3. นักเรียนสามารถอธิบาย และอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับกลิ่นกับการรับรสจนระบุประเภทอาหารได้		
		4. นักเรียนสามารถอธิบาย และอภิปรายถึงชนิดของสิ่งเร้าที่ผิวหนังรู้สึก และผิวหนังแต่ละบริเวณมีปลายประสาทรับความรู้สึกได้ไม่เท่ากันได้		
	รวม		100	18



1.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 6 แผน ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบด้วย

1.4.1 สาระสำคัญ

1.4.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.3 สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)

1.4.4 กระบวนการจัดการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1.4.4.1 ขั้นสร้างความสนใจเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน

1.4.4.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

1.4.4.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา

1.4.4.4 ขั้นขยายความรู้

1.4.4.5 ขั้นประเมินผล

1.4.5 สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้

1.4.6 การวัดและประเมินผล

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณา ตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผน ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระ สำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือ การประเมินตามสภาพจริง และนำไปแก้ไขปรับปรุง

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) และเทคนิคแผนผังทางปัญญา และด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่า ความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและ ประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00

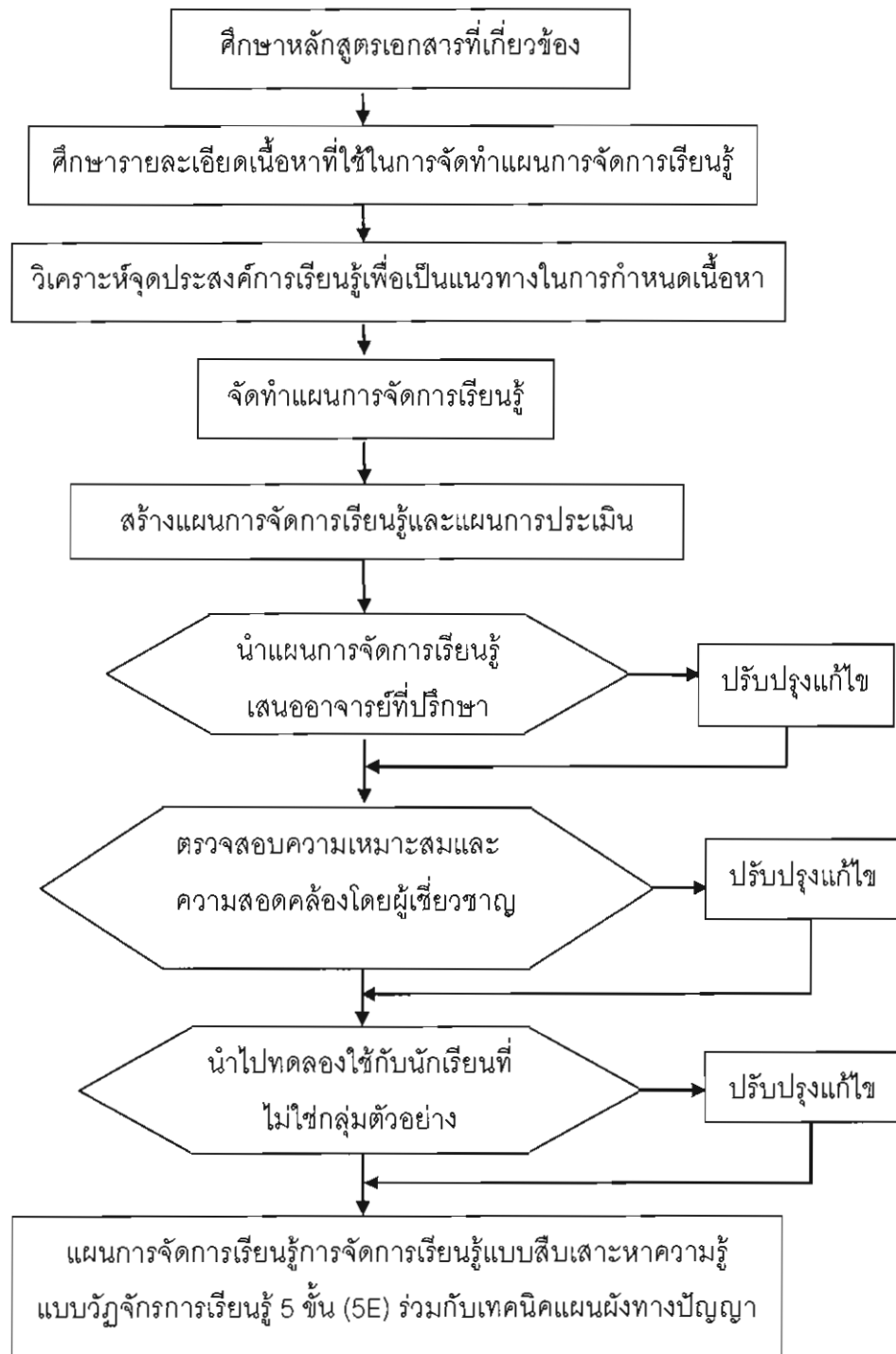
(พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น พบว่า ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม มีค่าอยู่ระหว่าง 3.80-5.00

จากนั้นแทนค่าในสูตรดัชนีหาความสอดคล้อง เพื่อหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of consistency) ถ้าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าใช้ได้ (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 263) แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพต่อไป พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.80-1.00

1.7 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ในประเด็นที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับระดับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้ว นำมาแก้ไขและปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ต่อไป ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สารระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หนังสือเรียนและ คู่มือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ซึ่งครอบคลุมพฤติกรรมด้านสติปัญญา ของบุคคล 3 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบปรนัยชนิด เลือกรับ (Multiple choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ต้องการใช้จริงจำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์ การเรียนรู้ตรงตามตารางวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ			รวม
		ความ ง่าย	ปานกลาง	ยาก	
1. การรับรู้และ การตอบสนอง	1. นักเรียนสามารถสรุปได้ว่า สิ่งมีชีวิตมีหน่วยรับความรู้สึก หน่วยแปลความรู้สึก และ หน่วยปฏิบัติงานที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้	-	1	-	1
	2. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการรับและตอบสนองของพารามีเทียม ไฮดรา พลาเนเรีย แมลงและสัตว์มีกระดูกสันหลังบางชนิดได้	1	-	1	2
	3. นักเรียนสามารถอธิบาย และเปรียบเทียบวิธีการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิต เซลล์เดียวบางชนิดที่มีเส้นใยประสาท สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิดที่มี ปมประสาทและเส้นประสาท และสัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีสมองและไขสันหลังได้	-	1	-	1

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ			รวม
		ความรู้อื่นๆ	ความรู้เฉพาะ	ความรู้บูรณาการ	
2.เซลล์ประสาท	<ol style="list-style-type: none"> <li>นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ประสาทได้</li> <li>นักเรียนสามารถระบุชนิดของเซลล์ประสาทที่จำแนกตามโครงสร้างและหน้าที่พร้อมยกตัวอย่างได้</li> <li>นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดเยื่อหุ้มไมอีลินของเซลล์ประสาทได้</li> <li>นักเรียนสามารถระบุบริเวณที่มีการถ่ายทอดกระแสประสาทจากเซลล์ประสาทหนึ่งไปยังเซลล์ประสาทอีกเซลล์หนึ่งได้</li> </ol>	-	1	-	1
		2	-	-	2
		-	1	1	2
		1	-	-	1

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ			รวม
		ความจำ	ความเข้าใจ	การวิเคราะห์	
3. การทำงานของเซลล์ประสาท	1. นักเรียนสามารถสรุปข้อมูลการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทได้	-	-	1	1
	2. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทได้	-	1	-	1
	3. นักเรียนสามารถอธิบายถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทได้	1	-	-	1
	4. นักเรียนสามารถอธิบายการถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างเซลล์ประสาทได้	-	1	-	1

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ			รวม
		๖๕๕๒๒	๖๕๕๒๒	๖๕๕๒๒	
4. ศูนย์ควบคุมระบบ	1. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างและหน้าที่สำคัญของสมองส่วนต่าง ๆ ได้	1	-	1	2
ประสาท	2. นักเรียนสามารถอธิบายชนิดและหน้าที่ของเส้นประสาทสมองได้	1	-	-	1
	3. นักเรียนสามารถอธิบายและอภิปรายโครงสร้างและหน้าที่ของไขสันหลังได้	-	1	-	1
	4. นักเรียนสามารถอธิบายทิศทางของกระแสประสาทที่เข้าและออกจากไขสันหลังได้	-	1	-	1
5. การทำงานของระบบประสาท	1. นักเรียนสามารถอธิบาย และสรุปองค์ประกอบของระบบประสาทได้	1	-	1	2
	2. นักเรียนสามารถอธิบาย และเปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาทโตมติกและระบบประสาทอัตโนมัติ	1	1	-	2



ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ			
		๒๕๕๒	๒๕๕๓	๒๕๕๔	รวม
6. อวัยวะรับ ความรู้สึก	1. นักเรียนสามารถอธิบายหน้าที่ของโครงสร้างภายนอกและโครงสร้างภายในของนัยน์ตาได้	-	1	1	2
	2. นักเรียนสามารถอธิบายการมองเห็นวัตถุและสีของวัตถุ การทำงานของนัยน์ตาในการแยกสีของวัตถุและตำแหน่งของจุดบอดและตำแหน่งโฟเวียได้	-	1	-	1
	3. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้าง การทำงานของหู การรับกลิ่นของจมูก และการรับรสต่าง ๆ บนลิ้นได้	1	-	-	1
	4. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการได้กลิ่นกับการรับรสขณะรับประทานอาหารได้	-	1	-	1
	5. นักเรียนสามารถอธิบาย และอภิปรายถึงชนิดของสิ่งเร้าที่ผิวหนังรู้สึก และผิวหนังแต่ละบริเวณมีปลายประสาทรับความรู้สึกได้ไม่เท่ากันได้	1	-	1	2
รวม		11	12	7	30

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) และการเรียนแบบเทคนิคแผนผังทางปัญญา และด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

2.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มี ค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80-1.00

2.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม ที่ผ่านการเรียน เรื่อง ระบบประสาท และอวัยวะรับความรู้สึกมาแล้ว ที่ไม่ใช่ในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 44 คน

2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาตรวจสอบให้คะแนน โดยให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน แล้ววิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยาก ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยากง่าย ( $P$ ) อยู่ระหว่าง 0.29-0.83 และค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) ตั้งแต่ 0.25-1.00

2.9 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด

2.10 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 30 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรของโลเวทท์ (Lovett's Method) คำนวณได้จากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 286) พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.84

2.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องระบบประสาท และอวัยวะรับความรู้สึก จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป ดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 แสดงขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 3. แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3.2 ศึกษาเทคนิคในการสร้างข้อสอบจากหนังสือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้อสอบหนังสือการวัดและประเมินผล เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

3.3 สร้างแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และสถานที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 3 ข้อ ครอบคลุมด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และด้านการวิเคราะห์หลักการ ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และสถานที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์	ครอบคลุมการคิดวิเคราะห์	จำนวนข้อสอบ
สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และสถานที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน จำนวน 10 สถานการณ์	1.ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ	10
	2.ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์	10
	3.ด้านการวิเคราะห์หลักการ	10
รวม		30

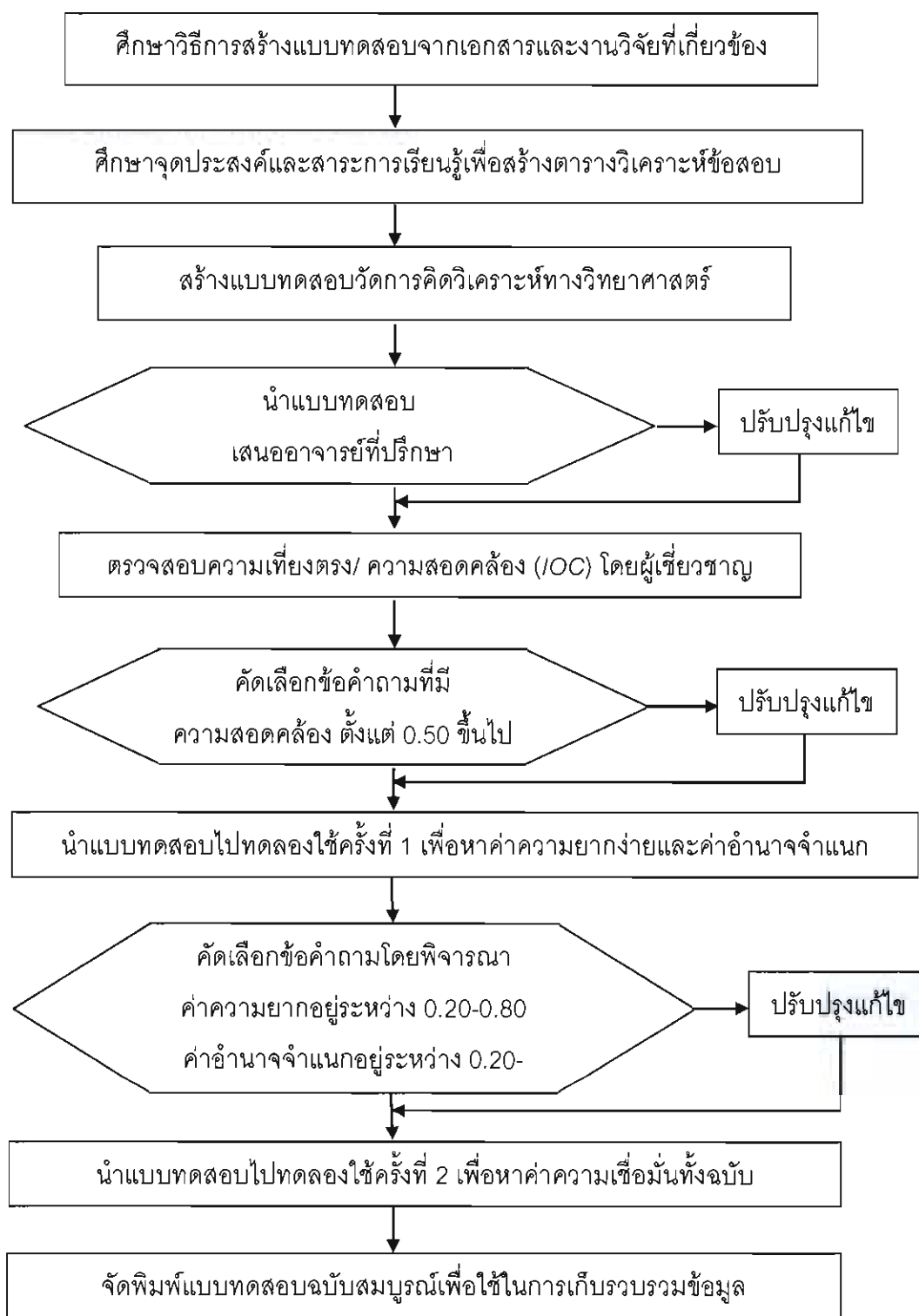
3.4 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ และการวัดผล จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะ ในเรื่อง สถานการณ์ การใช้คำตามภาษาที่ใช้ เนื้อหา และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม (*IOC*) โดยพิจารณาค่า *IOC* โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ที่มีค่าระหว่าง 0.50-1.00 แล้วนำข้อเสนอนี้มาปรับปรุงแก้ไข พบว่า แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์มีดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00

3.5 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 36 คน ที่ผ่านการเรียน เรื่อง ระบบประสาท และอวัยวะรับความรู้สึกมาแล้วที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมา ตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน

3.6 หาค่าความยากง่าย ( $P$ ) และอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% ซึ่งแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ คัดเลือกข้อที่มีความยากง่าย ( $P$ ) ระหว่าง 0.25-0.75 และมีค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ตั้งแต่ 0.30-0.80

3.7 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 30 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ด (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 281) พบว่า แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.87

3.8 นำแบบทดสอบที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ต่อไป ดังภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 แสดงขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

4. แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา มีขั้นตอนการสร้างดังนี้
- 4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดเจตคติ
  - 4.2 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาชีววิทยาและนำหน้า  
ในแบบวัดโดยมีเนื้อหาครอบคลุมองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ดังนี้
    - 4.2.1 ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาชีววิทยา
    - 4.2.2 การเห็นความสำคัญของวิชาชีววิทยา
    - 4.2.3 ความสนใจในวิชาชีววิทยา
    - 4.2.4 ความนิยมชมชอบต่อวิชาชีววิทยา
    - 4.2.5 การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีววิทยา
- วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาชีววิทยาและนำหน้าในแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา

ตารางที่ 3-6 วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติและนำหน้าในแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา

เนื้อหาองค์ประกอบของแบบ วัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา	นำหน้า	ข้อคำถาม	ข้อคำถาม	รวม
		เชิงนิมมาน (Positive)	เชิงนิเสธ (Negative)	
1. ด้านความรู้สึกรู้สึกต่อวิชาชีววิทยา	15	4(2)	2(1)	6(3)
2. ความสำคัญของวิชาชีววิทยา	15	4(2)	2(1)	6(3)
3. ความชื่นชอบในวิชาชีววิทยา	15	4(2)	2(1)	6(3)
4. ความสนใจในวิชาชีววิทยา	15	4(2)	2(1)	6(3)
5. การมีส่วนร่วมในวิชาชีววิทยา	15	4(2)	2(1)	6(3)
รวม	75	20(10)	10(5)	30(15)

4.3 สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยาตามวิธีการวัดของลิเกิต (Likert) ซึ่งเป็นข้อคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับ ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงนิมมาน (Positive) และข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative) จำนวน 30 ข้อ การให้คะแนนแต่ละข้อมีเกณฑ์ให้คะแนนโดยกำหนดดังนี้



ข้อคำถามเชิงนิมมาน (Positive)

5 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วย

3 คะแนน เมื่อตอบว่า ไม่แน่ใจ

2 คะแนน เมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วย

1 คะแนน เมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative)

5 คะแนน เมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4 คะแนน เมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วย

3 คะแนน เมื่อตอบว่า ไม่แน่ใจ

2 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วย

1 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4.4 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยาเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ

ความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

4.5 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยาที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอน วิทยาศาสตร์ ด้านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) และการเรียนแบบเทคนิคแผนผังทางปัญญา และด้านการวัดประเมินผล ทำการตรวจความตรงตามเนื้อหาเป็นรายข้อ แล้วนำผลการตรวจของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาแบบวัดเจตคติที่มีค่า /OC ตั้งแต่ 0.80-1.00

4.6 ปรับปรุงแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

4.7 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 40 คน แล้วนำผลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) เป็นรายข้อโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, หน้า 215-217) พบว่า แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.26-0.64

4.8 นำแบบวัดที่คัดเลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยาทั้งฉบับ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, หน้า 225-226) พบว่า แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยามีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.83

4.9 จัดพิมพ์แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป ดังภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา

### วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มาจำนวน 1 ห้องเรียน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 42 คน เป็นกลุ่มทดลอง
2. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน
3. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยาที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ปรับปรุงและแก้ไขแล้ว
4. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง เนื้อหาคือ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ใช้เวลาสอน 18 คาบ
5. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา (ฉบับเดิม)
6. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการทดสอบ *t-test* แบบ Dependent sample (ทดสอบสมมติฐานข้อ 1)
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ด้วยทดสอบ *t-test* แบบ One sample (ทดสอบสมมติฐานข้อ 2)
3. เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการทดสอบ *t-test* แบบ Dependent sample (ทดสอบสมมติฐานข้อ 3)

4. เปรียบเทียบแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ด้วยการทดสอบ *t-test* แบบ Dependent sample (ทดสอบสมมติฐานข้อ 4)

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน ( $\bar{X}$ ) โดยใช้สูตร (สมโภชน์ เอนกสุข, 2553, หน้า 19)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $S$ ) โดยใช้สูตร (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, หน้า 249-250)

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

เมื่อ	$S$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

## 2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 262)

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

เมื่อ	$IOC$	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาวิชา
	$n$	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ คำนวณได้จากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 292-295)

### 2.2.1 ค่าความยากของแบบทดสอบ

$$P = \frac{R}{n}$$

เมื่อ	$P$	แทน	ค่าความยากง่าย
	$R$	แทน	จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก
	$n$	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

### 2.2.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

$$r = \frac{R_U - R_L}{N}$$

เมื่อ	$r$	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	$R_U$	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
	$R_L$	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

2.3.3 หาค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) แบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ โดยใช้ดัชนีอำนาจจำแนกของ เบรนนัน (Brennan's Index: B-Index) คำนวณได้จากสูตร

$$B = \frac{f_p}{n_p} - \frac{f_f}{n_f}$$

เมื่อ	$B$	แทน	ดัชนีอำนาจจำแนกของเบรนนัน
	$f_p, f_f$	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกข้อนั้นถูกในกลุ่มผ่านเกณฑ์ (pass) และกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์ (fail) ตามลำดับ
	$n_p, n_f$	แทน	จำนวนคนในกลุ่มผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ตามลำดับ

2.2.4 หาค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา โดย การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 215-217)

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	$r_{xy}$	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา
	$X$	แทน	คะแนนรวม
	$Y$	แทน	คะแนนรายข้อ
	$n$	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ โดยใช้สูตรของโลเวทท์ (Lovett's Method) คำนวณได้จากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 286)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x-c)^2}$$

เมื่อ	$r_{cc}$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์
	$k$	แทน	จำนวนข้อสอบ
	$c$	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัด
	$x$	แทน	คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) คำนวณได้จากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 281)

$$r_{rr} = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right]$$

เมื่อ	$r_{rr}$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิด วิทยาศาสตร์
	$n$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ ทางวิทยาศาสตร์
	$p$	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	$q$	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ
	$S_x^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 282)

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

เมื่อ	$\alpha$	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	$n$	แทน	จำนวนข้อ
	$S_i^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
	$S_t^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

### 3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยากับเกณฑ์ที่กำหนดว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่ โดยใช้สถิติ *t-test* แบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample *t-test*) เพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

3.2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หลังเรียนสูงหรือเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ โดยใช้สถิติ *t-test* แบบการทดลองกลุ่มเดียวกับค่าพารามิเตอร์ (One-sample *t-test*) เพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกัน ดังนี้

- $n$  แทน จำนวนคนในกลุ่มทดลอง
- $\bar{X}$  แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย
- $SD$  แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- $t$  แทน ค่าสถิติในการแจกแจงแบบ  $t$
- $p$  แทน ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
- $*$  แทน นัยสำคัญทางสถิติที่ .05

#### การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ก่อนเรียนและหลังเรียน
2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75
3. ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ก่อนเรียนและหลังเรียน

4. ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ก่อนเรียนและหลังเรียน

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ผลดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญาก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	$\bar{X}$	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i> (1-tailed)
ก่อนเรียน	42	11.24	1.75			
				41	33.865*	.0.000
หลังเรียน	42	23.79	2.57			

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 4-1 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ( $t = 33.865, p = .000$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ได้ผลดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 (22.5 คะแนนจาก คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	เกณฑ์	$\bar{X}$	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>P</i> (1-tailed)
หลังเรียน	42	22.5	23.79	2.57	41	3.241*	.001

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 4-2 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ( $t = 3.241, p = .001$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 75 ( $\bar{X} = 23.79$ ) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

3. ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ผลดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 การเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	$\bar{X}$	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i> (1-tailed)
ก่อนเรียน	42	12.60	2.52			
				41	23.635*	.000
หลังเรียน	42	24.19	2.17			

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 4-3 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ( $t = 23.635, p = .000$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา มีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3

4. ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ได้ผลดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	$\bar{X}$	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i> (1-tailed)
ก่อนเรียน	42	54.79	5.29			
				41	19.966*	.000
หลังเรียน	42	66.55	4.28			

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 4-4 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา สูงกว่าก่อนเรียน ( $t = 19.966, p = .000$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา มีเจตคติต่อวิชาชีววิทยา สูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม 1 ห้องเรียน จำนวน 42 คน เครื่องมือที่ใช้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก จำนวน 6 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.29-0.83 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.25-1.00 มีค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์เท่ากับ 0.84 แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.25-0.75 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30-0.80 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87 และแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.26-0.64 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 แบบแผนการทดลองที่ใช้ คือ แบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One group pretest-posttest design) วิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ *t-test* แบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample *t-test*) และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยากับเกณฑ์ที่กำหนด หรือไม่ โดยใช้สถิติ *t-test* แบบการทดลองกลุ่มเดียวกับค่าพารามิเตอร์ (One-sample *t-test*) เพื่อทดสอบสมมติฐาน

#### สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05





ค้นหาเรื่องที่เกิดความสงสัย วางแผนในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ภายในกลุ่ม ส่งผลให้นักเรียนมีความสนใจต่อเนื้อหาที่เรียน มีส่วนรวมในกิจกรรมเป็นอย่างดี ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) ให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ช่วยกันวิเคราะห์คำถามหรือปัญหา แบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มในการสำรวจ ค้นคว้าคำตอบที่แต่ละคนได้รับมอบหมาย ครูสังเกต รับฟังและแนะนำแนะทางให้ค้นคว้า ตอบข้อซักถามแก่นักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนมีความคิดที่อิสระ ซึ่งขั้นนี้นักเรียนจะได้ฝึกการคิดและวิเคราะห์แยกแยะ ว่าแหล่งข้อมูลจากการสืบค้นเชื่อถือได้หรือไม่ สอดคล้องการความรู้เดิมที่นักเรียนเคยทราบมา หรือมีความรู้ใหม่ที่นักเรียนไม่เคยรู้มาก่อน จึงควรนำข้อมูลไปอธิบายภายในกลุ่มต่อไป ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกตามความสามารถของตนเองจากการอธิบายข้อมูล หรือแนวคิดที่ได้จากการค้นคว้าของแต่ละคนตามความเข้าใจของนักเรียน ให้เหตุผล อธิบายข้อมูลที่ถูกต้องให้กับสมาชิกทุกคนภายในกลุ่มนักเรียนทุกคนได้เข้าใจจนเกิดเป็นข้อสรุปของคำตอบ ความรู้ และข้อมูลต่างที่ได้จากการสืบค้นออกมาในรูปของแผนผังทางปัญญา ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่ครูพยายามให้นักเรียนได้นำความรู้ที่สรุปออกมาในแผนผังทางปัญญามาใช้ประโยชน์ โดยนักเรียนสามารถประยุกต์ใช้หรือเชื่อมโยงความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ เป็นการต่อยอดความรู้ที่นักเรียนมีอยู่กับประสบการณ์ใหม่ เพื่อขยายความรู้ความเข้าใจของนักเรียนมากขึ้น จนเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation) โดยพิจารณาการจากประเมินตามสภาพจริง ทั้งทางด้านพฤติกรรม การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการจากการปฏิบัติการทดลอง การตรวจแผนผังทางปัญญา และการตรวจแบบฝึกทักษะหลังเรียน ทำให้ทราบถึงพัฒนาการความรู้ ทางด้านผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน

ด้วยกระบวนการดังกล่าวของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ที่เน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการคิดลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาด้วยตนเอง จึงส่งผลทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์เพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับทิสนา เขมมณี (2556, หน้า 141) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยเน้นกระบวนการสืบเสาะเป็นการดำเนินการสอนโดยผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาความตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ให้ความสำคัญกับกระบวนการและวิธีการของผู้เรียนในการสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ร่วมกับข้อมูลหรือความรู้ที่มีอยู่แล้ว และจากประสบการณ์เดิม จนเกิดเป็นความรู้ต่าง ๆ ของตนเอง (วัฒนาพร ระงับทุกข์, 2541, หน้า 5-6) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจงกลรัตน์ อางค์ตฤ (2544,



หน้า 112) พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (5E) สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนปกติ และจากงานวิจัยของเพ็ญวิสุคำภา (2552, บทคัดย่อ) พบว่า หลังจากนักเรียนที่ได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นนักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 82.05

นอกจากนั้นแล้วการใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงออกทางความคิด จัดกลุ่มทางความรู้ ความคิดรวบยอดของตน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจถึงประเด็นหลักที่สำคัญของความรู้ เชื่อมโยงความรู้ความคิด อย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งบุซซาน (Buzan, 1991, pp. 27-59) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของนำแผนผังทางปัญญา มาใช้ร่วมกับการเรียนไว้ว่า จะช่วยให้ผู้เรียนเห็นถึงความสำคัญและเชื่อมโยงของเนื้อหาจนเกิดความเข้าใจในเนื้อหานั้น ๆ มากขึ้น สอดคล้องกับกรมวิชาการ (กรมวิชาการ, 2544, หน้า 14-17) ได้เสนอไว้ว่า การเรียนการสอนแบบแผนผังทางปัญญาเป็นการฝึกให้ผู้เรียนจัดกลุ่มความคิดรวบยอดของตน เพื่อให้เห็นภาพรวมของความคิดความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดเป็นภาพสามารถเก็บไว้ในหน่วยความจำได้ง่าย นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของอุไรวรรณ โคตะสา (2553, หน้า 49-50) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบต่าง ๆ ในร่างกายของมนุษย์ โดยใช้เทคนิคแผนผังความคิด พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจต่อการเรียนโดยใช้วิธีการสร้างผังทางความคิด จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

2. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยวิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จะเน้นให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา การค้นคว้าข้อมูลที่หลากหลาย ฝึกให้นักเรียนได้พิจารณาจำแนกข้อมูล แยกแยะ สิ่งใดคือข้อมูลที่เชื่อถือได้ การเน้นความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ค้นพบกับประสบการณ์เดิม อันนำไปสู่ความสามารถในการสรุปหลักการที่สำคัญ ของข้อมูลจนเกิดเป็นองค์ความรู้ของปัญหา ส่งผลให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ นอกจากนี้ยัง จะช่วยทำให้สามารถพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดของ Eggen and Kauchak (1996 อ้างถึงใน ปิยะรัตน์ คัญทัพ, 2545, หน้า 65) ได้กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต้องการเน้นกระบวนการคิด และทักษะการคิดขั้นสูงเป็นหลัก มากกว่าทำให้

ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหาเชิงลึกของบทเรียน และสอดคล้องกับผลการศึกษาของสุทธารพิงค์ โนนศรีชัย (2550, หน้า 65-66) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านการคิดวิเคราะห์วิชาชีววิทยาของนักเรียน ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 76.19 ของนักเรียนทั้งหมด และผลการวิจัยของ อธิระ อุตมาน (2554, หน้า 78-79) พบว่า พัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 5E นักเรียนมีคะแนนการคิดวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คิดเป็นร้อยละ 78.83 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การที่ผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว มีความสามารถในด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้น

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ที่ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ในชั้นอธิบายและลงข้อสรุป โดยเมื่อนักเรียนได้อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม และผ่านการตรวจสอบความรู้ที่ได้รับ มาว่าถูกต้องแล้ว นักเรียนนำความรู้และสิ่งที่ได้เรียนรู้มาสรุปในรูปแบบแผนผังทางปัญญา (Mind mapping) ทำให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ ความคิด ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน เกิดการคิดวิเคราะห์ องค์ประกอบสำคัญ และองค์ประกอบย่อยต่าง ๆ ของความรู้ จนสามารถนำ ความรู้มาสรุปในแผนผังทางปัญญาได้ (เชษฐศิริสวัสดิ์, 2555, หน้า 9) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี การเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ เมื่อผู้เรียนสามารถ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เป็นความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ในสมองของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ สามารถระลึกได้ การเรียนรู้นั้นมีความหมายและผู้เรียนเกิดความเข้าใจ (Ausubel, 1968 อ้างถึงใน จุฬาลักษณ์ ภูปัญญา, 2550, หน้า 15-16) และ สอดคล้องกับงานวิจัยของจุฬาลักษณ์ ภูปัญญา (2550, หน้า 81-82) พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการ คะแนนด้านการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาข้อมูลจากแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการนำแผนผังทางปัญญามาใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนได้เกิดการคิดวิเคราะห์มากขึ้น

3. เจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ที่มีรูปแบบการเรียนรู้ที่นักเรียนจะถูกกระตุ้นให้เกิดความรู้สึกรสนิยมก่อให้เกิดการอยากเรียนรู้ ซึ่งในแต่ละขั้นนักเรียนจะได้รับประสบการณ์ตรง จากการที่นักเรียนเป็นผู้ สนใจศึกษาค้นคว้า หาคำตอบด้วยตนเองเกิดการเรียนรู้จากค้นพบข้อมูลเชิงประจักษ์ และนำมาสรุปเป็นองค์ความรู้อย่างเป็นเหตุเป็นผล ทำให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของวิชาชีววิทยาว่า

การจะได้มาซึ่งคำตอบนั้นนักเรียนต้องผ่านกระบวนการต่าง ๆ ทั้งการทำการสืบค้น การทำทดลอง การอภิปรายข้อมูลภายในกลุ่ม จนได้ข้อสรุปของคำตอบ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น นอกจากนี้การมีส่วนร่วมด้วยเพื่อน ๆ ในกลุ่ม จากการที่ครูให้นักเรียนมีอิสระทางความคิด ออกแบบ และวางแผนการทำงานภายในกลุ่ม ทำให้นักเรียนเกิดขึ้นชอบในการแสดงออกทางความคิด ความสนุกสนาน ความท้าทาย ความตื่นเต้น และความภาคภูมิใจในการปฏิบัติงานร่วมกันของคนจนประสบความสำเร็จด้วยกัน และยังเกิดทักษะในการปฏิบัติการทดลอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้เท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของโรเจอร์ส ที่กล่าวว่า มนุษย์สามารถจะพัฒนาตนเองได้ดีหากอยู่ในสถานการณ์ที่ผ่อนคลายและเป็นอิสระ การจัดบรรยากาศการเรียนที่ผ่อนคลายและเอื้อต่อการเรียนรู้ เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยครูใช้วิธีการสอนแบบชี้นแนะ ทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน สอดคล้องกับแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ของโคมส์ เชื่อว่า การคำนึงถึงความรู้สึกของผู้เรียน จะสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ (ทิสนา แซมณี, 2556, หน้า 70) สอดคล้องกับงานวิจัยของฮัลลินดา อัลมะอารีฟีย์ (2550, หน้า 85) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเล่นแผนผังมโนมติ ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเล่นแผนผังมโนมติ สูงกว่าก่อนเรียน

นอกจากนี้ยังรวมถึงขั้นตอนของการเรียนร่วมเทคนิคแผนผังทางปัญญา เมื่อนักเรียนค้นพบคำตอบ จากการค้นคว้าและปฏิบัติการทดลอง นักเรียนสามารถนำองค์ความรู้ มาร่วมกันสรุปและสร้างเป็นแผนผังทางปัญญา เป็นวิธีการจดบันทึกความรู้ ซึ่งถือการเรียนรู้ที่มีความหมาย ทำให้นักเรียนมองเห็นภาพแบบองค์รวมของความรู้ ความคิด นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้น โดยไม่ต้องท่องจำเนื้อหาทั้งหมด นักเรียนสามารถออกแบบแผนผังในรูปแบบต่าง ๆ ตามจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ตามความชื่นชอบของผู้เรียน ทำให้เกิดความภาคภูมิใจในตนเอง ความสนุกสนาน ความเพลิดเพลินกับการเรียนในห้องเรียนมากยิ่งขึ้น ดังที่บูซาน (Buzan, 1991, pp. 27-59) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของนำแผนผังทางปัญญาไปใช้ไว้ว่า การจดบันทึกแบบแผนผังทางปัญญา จะทำให้ผู้จดบันทึกเห็นถึงความสำคัญ ความเชื่อมโยงจนเกิดความเข้าใจในเนื้อหานั้น ๆ มากขึ้น ทำให้เกิดทัศนคติที่ดีและถูกต้องเกี่ยวกับการทำงาน และสอดคล้องกับผลการศึกษาของปรียา สุขเจริญ (2549, หน้า 89-90) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้และการสร้างแผนที่ความคิด และนักเรียนที่ได้รับตามปกติ ผลปรากฏ

ว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้และการสร้างแผนที่ความคิดมีเจตคติต่อชีววิทยาในระดับสูง นักเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจและสนุกกับการเรียนรู้โดยใช้แผนที่ความคิด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของบลูม (Bloom, 1982, pp. 166-175) กล่าวว่า ผู้ที่ได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะช่วยเพิ่มเจตคติที่ดีต่อวิชานั้นในทางบวก และทางกลับกันเจตคติที่ดีก็จะมีผลช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงด้วย

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา เพื่อให้เกิดความสนใจและดึงดูดนักเรียน ครูผู้สอนควรยกตัวอย่างข้อคำถามหรือสถานการณ์ที่น่าสนใจ ท้นเหตุการณ์ และเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนให้ได้มากที่สุด

1.2 ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องแสวงหาความรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง หากนักเรียนมีความพร้อมและความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอ อาจทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ได้น้อย ครูผู้สอนควรคอยสังเกต ให้คำแนะนำและตรวจสอบความรู้ของนักเรียนเสมอ

1.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรมค่อนข้างมาก ครูผู้สอนควรปรับเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรมในแต่ละชั้น มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างรัดกุม เพื่อให้การจัดกิจกรรมเป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้

### 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ไปใช้กับบทเรียนอื่น ๆ ที่มีเนื้อหามาก และเป็นนามธรรม เช่น เรื่อง พันธุกรรม ระบบต่อมไร้ท่อ และระบบนิเวศ เป็นต้น เพื่อส่งเสริมความรู้ความเข้าใจ การเชื่อมโยง เห็นความสัมพันธ์ และความสำคัญของเนื้อหาที่เกิดจากการศึกษาค้นคว้า และสามารถช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนให้ดี

2.2 ควรนำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา ไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิจัยด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ จิตวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นทักษะกระบวนการพื้นฐานที่ใช้ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถนำไปใช้ในวิชาอื่น ๆ และเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันของนักเรียน



## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544). เอกสารชุดเทคนิคการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุดเรื่อง การเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). การคิดเชิงวิเคราะห์ (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ซีซีเอส มีเดีย.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และ วิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร. สมุทรปราการ: แอดวานซ์ พรินติ้ง เซอร์วิส.
- จงกลรัตน์ อัจฉิตรุ. (2544). การศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนววัฏจักร การเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- จุฑามาศ แหนผัน. (2548). การศึกษาผลของการจัดการสอนตามแนววัฏจักรการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2. วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จุฬาลักษณ์ ภูปัญญา. (2550). การพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 (ประถมศึกษาปีที่ 4) โดยใช้ผังกราฟฟิก. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จันทิมา พลภักดี. (2550). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนที่ความคิด (Mind mapping) เรื่อง ชีวิตสัตว์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2551). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้.  
วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 11(1), 33-45.
- เชษฐี ศิริสวัสดิ์. (2555). การสอนให้คิดและสร้างสรรค์โครงการวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนรู้  
เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา. วารสารศึกษาศาสตร์, 24(1), 1-15.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ:  
แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตคอร์ปอเรชั่น.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2554). การจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง. นนทบุรี: สหมิตรพรินต์ติ้งแอนด์  
พับลิชชิง.
- ตริยพล โฉมไสว. (2552). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการสอนคาราโอเกะกับการจัด  
การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชา  
การมัธยมศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทิตนา เขมมณี. (2556). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี  
ประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธัญญา ผลอนันต์ และขวัญฤดี ผลอนันต์. (2550). Mind map กับการศึกษาและการจัด  
การเรียนรู้: บทสรุปและบทเรียนจากการใช้แผนที่ความคิดในวงการศึกษาและ  
จัดการความรู้. กรุงเทพฯ: ขวัญข้าว.
- นาคยา ปิลันธนานนท์, สมถวิล ธนะโสภณ และมธุรส จงชัยกิจ. (2553). การพัฒนาชุดฝึกทักษะ  
การคิดขั้นสูงสำหรับครูเพื่อเพิ่มศักยภาพในการสอนคิดวิเคราะห์แก่ผู้เรียน.  
กรุงเทพฯ. ม.ป.ท.
- นิปาตีเมาะ หะยีหามะ. (2546). ผลของการใช้แผนผังทางปัญญาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนสองภาษาที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา,  
คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นิภาภรณ์ แสงดี. (2541). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิด  
วิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสอนแบบบรรยายกับการสอน  
ตามคู่มือครูการสอนของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, วิทยานิพนธ์การศึกษา  
มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ.

- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2534). *ปทานุกรมการวิจัย*. กรุงเทพฯ: พระนครการพิมพ์.
- เบญจมาศ เกศแก้ว. (2548). *การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะศึกษาศาสตร์, สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ประภัทร บุญวิกุลสวัสดิ์. (2553). *การพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง การรับรู้และตอบสนอง โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์แบบ 5Es*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะศึกษาศาสตร์, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปิยะรัตน์ คัญทัพ. (2545). *รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง โดยใช้กระบวนการเรียน แบบเว็บเครสทในระดับประถมศึกษา กรณีศึกษาโรงเรียนนานาชาติเกดินี กรุงเทพฯ*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต, คณะศึกษาศาสตร์, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปรียา สุขเจริญ. (2549). *ผลการใช้วัฏจักรการเรียนรู้และการสร้างแผนที่ความคิดต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิจัยการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 8)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิค การสอน 1*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2552). *ทักษะการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูลด้วย Mind map*. เอกสารประกอบการบรรยายที่มหาวิทยาลัยรามคำแหง. ม.ป.ท.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2555). *สอนเขียนแผนบูรณาการบนฐานเด็กเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2545). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: เข้าส์ ออฟ เคอร์มีส์.
- ไพศาล วรคำ. (2555). *การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.



- เพ็ญทิว สุคำภา. (2552). การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E): หัวข้อการรับรู้และ  
การตอบสนอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา,  
คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- เยาวลักษณ์ ชื่นอารมย์. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้  
5E. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์,  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รัตนาวรรณ ธนานุรักษ์. (2547). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตวิทยาศาสตร์และ  
พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วย  
วัฏจักรการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.  
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์,  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- รุจามา ประถมวงษ์. (2551). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะ  
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการ  
เรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6  
ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E) กับการจัดการเรียนรู้  
แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E). วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชา  
การวิจัยการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4).  
กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2542). การวัดด้านจิตพิสัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2).  
กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2546). ระเบียบวิธีทางสถิติบางประการเพื่อการวิจัย  
ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอน นนทบุรี.  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

- ละออ ปิ่นทอง. (2549). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องหลักธรรมทางพระพุทธศาสนาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้วิธีสอนตามรูปแบบการสอนแบบกลุ่มร่วมมือกิจกรรม STAD กับวิธีสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2541). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: ต้นอ่อน ๑๙๙๙.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: แอลทีเพลส.
- วัชรรา เล่าเรียนดี. (2554). รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 7). นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- วิชาญ เลิศลพ. (2543). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศุภลักษณ์ วัฒนาวิวัฒน์. (2542). วิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต. กรุงเทพฯ: เจริญเวฟ เอ็ดดูเคชั่น.
- ศุภพงษ์ คล้ายคลึง. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองโดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศิริลักษณ์ แก้วสมบูรณ์. (2544). ศึกษาผลของการใช้เทคนิคผังกราฟิกในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการนำเสนอข้อความรู้ด้วยผังกราฟิกและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สกุล มูลแสดง. (2554). สัมมนาการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ องค์การมหาชน. (2556). สรุปผลวิเคราะห์ความสามารถของนักเรียน ป.6, ม.3, ม.6 จากคะแนน O-NET, เข้าถึงได้จาก <http://www.nietes.or.th>

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). *การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้รูปแบบ 5Es*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมบัติ การจนารักพงศ์. (2549). *นวัตกรรมการศึกษา เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง*. กรุงเทพฯ: ธาธอักษร.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2542). *มุ่งสู่คุณภาพการศึกษา*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ. (2544). *เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2553). *การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กทม. พิมพ์: ประสานการพิมพ์.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2553). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สมใจ อลิสนันท์. (2548). *ผลการใช้แผนภูมิในทัศนในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาศึกษาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช*.
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. (2541). *วิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย*. กรุงเทพฯ: ดีไซน์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). *สร้างสรรค์นักคิด: คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านทักษะความคิดระดับสูง*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (2555). *คู่มือการประเมินคุณภาพภายนอกกรอบสาม (พ.ศ. 2554-2558) ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับสถานศึกษา (แก้ไขเพิ่มเติม พศจิกายน 2554)*. กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (2547). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2544*. ม.ป.ท.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *แผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับปรับปรุง (พ.ศ.2552-2559)*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

- สุธารพิงค์ โนนศรีชัย. (2550). การคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es). วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุนิตย์ ขอนลัก. (2551). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง โดยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle 5Es). วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุนีย์ คล้ายนิล และปรีชาญ เดชศรี. (2549). การเรียนรู้เพื่อโลกวันพรุ่งนี้ รายงานการประเมินผล การเรียนรู้จาก PISA 2006. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุพรรณิ สุวรรณจรัส. (2543). ผลของการฝึกใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญาที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจาร์ญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุจิตา เศรษฐภักดี. (2547). ผลการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2551). กลยุทธ์ การสอนคิดเชิงมโนทัศน์. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2554). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด. กรุงเทพฯ: อี เค บุ๊คส์.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2553). 21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- อชิระ อุตมาน. (2554). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 5E. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อัศวชัย รัตนศิลป์. (2548). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาชีววิทยา เรื่องระบบประสาท และอวัยวะรับสัมผัส โดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้า. การศึกษาค้นคว้าอิสระศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- อาร์ม โพร้พัฒนา. (2550). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนคติ*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อุไรวรรณ โคตะสา. (2553). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิคแผนผังความคิด*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- อัชลินดา อัลมะอารีฟีย์. (2550). *ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- Ausubel, D. P. (1968). *Education psychology: A cognitive view*. New York: Holt Rinehart and Winston.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of education objective handbook 1: Cognitive Domain*. New York: Devid Mac Kay.
- Bloom, B. S. (1982). *Human characteristics and school learning*. New York: McGraw Hill.
- Bybee, R. W., Taylor J. .A., Gardner, A., Scotter, P. V., Powell, J. C. and Westbrook, A. & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications*. Colorado: the Biological Science Curriculum Study (BSCS).
- Buzan, T. (1991). *Use both side of your brain*. New York: Penguin Group.
- Buzan, T. (1997). *The mind map books: Radiant thinking*. London: BBC Books.
- Buzan, T. & Buzan, B. (1994). *The mind map books: Radiant Thinking*. London: BBC Books.

- Davis, M. (1979). The effectiveness of a guided-inquiry discovery approach in an elementary school science curriculum. *Dissertation Abstracts International*, 39(1), 4161-A.
- Dewey, J. (1993). *How we think: a restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*. Boston: D.C.Health.
- Ebrahim, A. (2004). The effects of traditional learning and a learning cycle inquiry learning strategy on students' science achievement and attitudes toward elementary science. *Dissertation Abstracts International*, 65(4), 1232-A.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education*. New York: Mc Graw-Hill Company.
- John, E. L. (1986). Longitudinal study of the effects of specific instruction on an classroom test of formal reasoning. *Dissertation Abstracts International*, 46(8), 2178-A.
- Lawson, A. E. (2000). A learning cycle approach to introducing osmosis. *The American Biology Teacher*. 62 (3), 189-196.
- Leaf, C. M. (1998). The mind-mapping approach: A model and framework for geodesic learning, *Dissertation Abstract International*, 59(01), 22-A.
- Mary, C. L. (1997). The mind mapping approach: A model and framework for geodesic learning. *Dissertation Abstract International*, 63(7), 59-01.
- McClain, A. (1986). Improving lectures: Challenge both sides of the brain. *The National Conference of the Association of Optometric Lens Educators*, 274(8), 150-164.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์



## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1. อาจารย์ ดร.พรรณทิพา พรหมรักษ์ | อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้<br>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา                         |
| 2. อาจารย์สมพร บุษปวนิช          | ครูชำนาญการพิเศษ ผู้สอนวิชาชีววิทยา<br>โรงเรียนระยองวิทยาคม อำเภอเมือง<br>จังหวัดระยอง          |
| 3. อาจารย์ปติญา ศิลาแสง          | ครูชำนาญการ ผู้สอนวิชาชีววิทยา<br>โรงเรียนระยองวิทยาคม อำเภอเมือง<br>จังหวัดระยอง               |
| 4. อาจารย์ขวัญใจ สุวรรณ          | ครูชำนาญการ ผู้สอนวิชาชีววิทยา<br>โรงเรียนระยองวิทยาคม อำเภอเมือง<br>จังหวัดระยอง               |
| 5. อาจารย์มันทนา เมฆิยานนท์      | ครูผู้สอนวิชาชีววิทยา โรงเรียนสาธิต<br>พิบูลบำเพ็ญ มหาวิทยาลัยบูรพา<br>อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี |

## (สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๑๒๗๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๙ ถ. ลาดยาวบางแสน ต.แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๓ กรกฎาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.พรณทิพา พรหมรักษ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวชยพัทธ์ ศรีกรต นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ๕ ขั้น (๕E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา วิชาชีววิทยา เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕" โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.เชษฐศิริสวัสดิ์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในขณะนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) วิมลรัตน์ จตุรานนท์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๔-๙๖๓๒๙๓๗

## (สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๑๒๗๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๙ ถ. ลาดยาวบางแสน ต.แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๓ กรกฎาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สมพร บุษปวนิช

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำร้องขอวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวชยพัทธ์ ศรีกรรต นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ๕ ขั้น (๕E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา วิชาชีววิทยา เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕" โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร. เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในขณะนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) วิมลรัตน์ จตุรานนท์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๔-๙๖๓๒๙๙๗

## (สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๑๒๗๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๙ ถ. ลาดยาวบางแสน ต. แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๓ กรกฎาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ปติญา ศิลาลง

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวชยพัทธ์ ศรีกรต นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ๕ ขั้น (๕E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา วิชาชีววิทยา เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕" โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร. เชษฐ ศรีสวัสดิ์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในขณะนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) วิมลรัตน์ จตุรานนท์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๙๓๓๙-๓๔๙๖, ๐-๓๙๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๙๓๓๙-๓๔๙๕

ผู้วิจัย ๐๙๔-๙๖๓๒๙๓๗

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๑๒๗๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๙ ถ. ลาดยาวบางแสน ต.แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๓ กรกฎาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ขวัญใจ สุวรรณ

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวชยพัทธ์ ศรีกรต นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ๕ ขั้น (๕E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา วิชาชีววิทยา เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕" โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร. เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในขณะนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) วิมลรัตน์ จตุรานนท์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๔-๙๖๓๒๙๙๓๗

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๑๒๗๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๙ ถ. ลาดยาวบางแสน ต.แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๓ กรกฎาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์มันทนา เมฆิยานนท์

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวชยพัทธ์ ศรีกรรต นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ๕ ขั้น (๕E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา วิชาชีววิทยา เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕" โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร. เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในขณะนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) วิมลรัตน์ จตุรานนท์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๔-๙๖๓๒๙๓๗

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๑๕๐๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๙ ถ. ลาดยาวบางแสน ต.แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๖ สิงหาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนระยองวิทยาคม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวชยพัทธ์ ศรีกรต นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ๕ ขั้น (๕E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕" โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร. เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖/๒ โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน ๑ ห้องเรียน โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๗ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๗ - ๘ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๗ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) วิมลรัตน์ จตุรานนท์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๔-๙๖๓๒๙๓๗

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๑๕๐๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๙ ถ. ลาดยาวบางแสน ต. แสลงสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๖ สิงหาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนระยองวิทยาคม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวชยพัทธ์ ศรีกรต นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ๕ ขั้น (๕E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕" โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร. เชษฐ ศิริสวัสดิ์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕/๒ โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน ๑ ห้องเรียน โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๑๓ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๗ - ๔ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๗ หนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) วิมลรัตน์ จตุรานนท์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๔-๙๖๓๒๙๓๗



### ภาคผนวก ข

- การวิเคราะห์ความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้
- การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
- การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
- การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับสถานการณ์ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และสถานการณ์ที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน
- การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
- การวิเคราะห์แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อความที่แสดงถึงเจตคติต่อวิชาชีววิทยาในด้านต่าง ๆ

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้  
แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา

ตารางที่ ข-1 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 1  
เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้	5	4	5	4	5	4.60	มากที่สุด
ชัดเจน เข้าใจง่าย							
2. ด้านจุดประสงค์							
การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและประเมิน ได้ชัดเจน	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ด้านสาระ							
การเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	4	4	5	4.60	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสม กับเวลา	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับ ระดับผู้เรียน	5	5	5	4	4	4.40	มาก

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4. ด้านกระบวนการ							
การจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	4	5	4	5	4.60	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	4	4	4	4	4.20	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	4	4	4	4.40	มาก
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	3	4	4	4	4	3.80	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	3	4	4	3	4	3.60	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	4	3	4	4	5	4.20	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล							
ประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	4	5	4.40	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	5	4	4	4	4.20	มาก

ตารางที่ ข-2 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 2  
เรื่อง เซลล์ประสาท

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
ชัดเจน เข้าใจง่าย							
2. ด้านจุดประสงค์							
การเรียนรู้							
3.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
3.2 ข้อความชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
เข้าใจง่าย							
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
4.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
4.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
4.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	5	4	4	4.60	มากที่สุด

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
	1	2	3	4	5		
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	5	4	4	4	4.20	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	3	4	4	4	5	4.00	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	4	4	5	4	5	4.40	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	4	5	4.60	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	4	4	4	4.00	มาก

ตารางที่ ข-3 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 3  
เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
ชัดเจน เข้าใจง่าย							
2. ด้านจุดประสงค์							
การเรียนรู้							
3.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและประเมิน ได้ชัดเจน	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
3.2 ข้อความชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
เข้าใจง่าย							
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
4.1 ใจความถูกต้อง	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
4.2 เนื้อหาเหมาะสม	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
กับเวลา							
4.3 เหมาะสมกับ ระดับผู้เรียน	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
	1	2	3	4	5		
4. ด้านกระบวนการ							
การจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	4	4	5	4.60	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	4	4	3	5	4.00	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด

ตารางที่ ข-4 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 4  
เรื่อง ศูนย์ควบคุมระบบประสาท

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
ชัดเจน เข้าใจง่าย							
2. ด้านจุดประสงค์							
การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	3	5	4	5	5	4.40	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ด้านสาระ							
การเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด



ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	4	4	5	5	4.40	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	4	4	5	4.60	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	4	5	4.40	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	4	4	3	5	4.00	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	4	4	5	4	5	4.40	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด

ตารางที่ ข-5 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 5  
เรื่อง การทำงานของระบบประสาท

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้	4	5	4	5	5	4.60	มากที่สุด
ชัดเจน เข้าใจง่าย							
2. ด้านจุดประสงค์							
การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ด้านสาระ							
การเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
	1	2	3	4	5		
4. ด้านกระบวนการ							
การจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	5	4	4	4	4.20	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	4	4	5	4.40	มาก
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	4	4	4	4.00	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	3	4	4	4	4	3.80	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	4	5	4	4	5	4.40	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	5	4	4	5	4.40	มาก

ตารางที่ ข-6 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 6  
เรื่อง อวัยวะรับความรู้สึก

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
	1	2	3	4	5		
<b>1. ด้านสาระสำคัญ</b>							
1.1 ความถูกต้อง	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด
ชัดเจน เข้าใจง่าย							
<b>2. ด้านจุดประสงค์</b>							
การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
สามารถวัดและประเมิน							
ได้ชัดเจน							
2.2 ข้อความชัดเจน	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
เข้าใจง่าย							
<b>3. ด้านสาระการเรียนรู้</b>							
3.1 ใจความถูกต้อง	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสม	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
กับเวลา							
3.3 เหมาะสมกับ	5	5	5	4	4	4.40	มาก
ระดับผู้เรียน							

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4. ด้านกระบวนการ							
การจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	5	4	4	4	4.20	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	4	4	4	4.40	มาก
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	4	4	3	3.80	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	4	4	3	3	3.60	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	4	5	4	4	3	4.20	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	5	5	4	4	4.40	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	5	4	4	4	4.20	มาก

การวิเคราะห์ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้  
แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา

ตารางที่ ข-7 แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	1	1	1	1	1	5	1
2	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระสำคัญ	1	1	1	1	1	5	1
3	ภาระงานสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
4	สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) สอดคล้องกับภาระงานและจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) ภาระงานและจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ ข-7 (ต่อ)

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
		คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
		1	2	3	4	5		
6	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และสาระการ เรียนรู้ (เนื้อหา)	1	1	1	1	1	5	1
7	การวัดผลและประเมินผล สอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.80

ตารางที่ ข-8 แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เซลล์ประสาท

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
		คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
		1	2	3	4	5		
1	สาระสำคัญสอดคล้อง กับมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด	1	1	1	1	1	5	1
2	จุดประสงค์การเรียนรู้ สอดคล้องกับมาตรฐาน การเรียนรู้ ตัวชี้วัดและ สาระสำคัญ	1	1	1	1	1	5	1
3	ภาระงานสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	0	1	1	1	1	4	0.80

ตารางที่ ข-8 (ต่อ)

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
		คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
		1	2	3	4	5		
4	สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) สอดคล้อง กับภาระงานและ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
5	กระบวนการจัดการ เรียนรู้สอดคล้องกับ สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) ภาระงานและ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
6	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และ สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)	1	1	1	1	1	5	1
7	การวัดผลและ ประเมินผลสอดคล้อง กับกระบวนการจัด การเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.80



ตารางที่ ข-9 แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3  
เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	1	1	1	1	1	5	1
2	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระสำคัญ	1	1	1	1	1	5	1
3	ภาระงานสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	0	1	1	1	1	4	0.80
4	สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) สอดคล้องกับภาระงานและจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) ภาระงานและจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ ข-9 (ต่อ)

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
6	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับกระบวนการ การจัดการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)	1	1	1	1	1	5	1
7	การวัดผลและ ประเมินผลสอดคล้อง กับกระบวนการจัด การเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ ข-10 แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4  
เรื่อง ศูนย์ควบคุมระบบประสาท

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
		คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
		1	2	3	4	5		
1	สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	1	1	1	1	1	5	1
2	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระสำคัญ	1	1	1	1	1	5	1
3	ภาระงานสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
4	สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) สอดคล้องกับภาระงานและจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) ภาระงานและจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ ข-10 (ต่อ)

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
6	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับกระบวนการ การจัดการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)	1	1	1	1	1	5	1
7	การวัดผลและ ประเมินผลสอดคล้อง กับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	0	1	4	0.80

ตารางที่ ข-11 แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5  
เรื่อง การทำงานของระบบประสาท

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	1	1	1	1	1	5	1
2	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระสำคัญ	1	1	1	1	1	5	1
3	ภาระงานสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
4	สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) สอดคล้องกับภาระงานและจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) ภาระงานและจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ ข-11 (ต่อ)

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
6	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และ สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)	1	1	1	1	1	5	1
7	การวัดผลและ ประเมินผลสอดคล้อง กับกระบวนการจัด การเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ ข-12 แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ภัยพิบัติและความรู้สึก

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	1	1	1	1	1	5	1
2	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐาน การเรียนรู้ ตัวชี้วัดและ สาระสำคัญ	1	1	1	1	1	5	1
3	ภาระงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
4	สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) สอดคล้องกับภาระงานและ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
5	กระบวนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา) ภาระงาน และจุดประสงค์ การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ ข-12 (ต่อ)

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
6	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับกระบวนการ จัดการเรียนรู้และ สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)	1	1	1	1	1	5	1
7	การวัดผลและ ประเมินผลสอดคล้อง กับกระบวนการจัด การเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1



การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรัฐวิชาวชิวิตวิทยา เพื่อหาค่า  
ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

ตารางที่ ข-13 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของ  
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรัฐวิชาวชิวิตวิทยา

จุดประสงค์ที่	ข้อ ที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	0	1	4	0.8
2	2	1	1	1	1	1	5	1
	3	1	1	1	1	1	5	1
3	4	1	1	1	1	1	5	1
4	5	1	1	1	0	1	4	0.8
5	6	1	1	1	0	1	4	0.8
	7	1	1	1	0	1	4	0.8
6	8	1	1	1	0	1	4	0.8
	9	1	1	1	1	1	5	1
7	10	1	1	1	1	1	5	1
8	11	0	1	1	1	1	4	0.8
9	12	1	1	1	0	1	4	0.8
10	13	1	1	1	0	1	4	0.8
11	14	1	1	1	0	1	4	0.8
12	15	0	1	1	1	1	4	0.8
	16	1	1	1	1	1	5	1
13	17	1	1	1	1	1	5	1
14	18	1	1	1	1	1	5	1
15	19	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ ข-13 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อ ที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
		คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
		1	2	3	4	5		
16	20	1	1	1	1	1	5	1
	21	1	1	1	1	1	5	1
17	22	1	1	1	1	1	5	1
	23	1	1	1	1	1	5	1
18	24	1	1	1	1	1	5	1
	25	1	1	1	1	1	5	1
19	26	1	1	1	1	1	5	1
20	27	1	1	1	1	1	5	1
21	28	0	1	1	1	1	1	1
22	29	1	1	1	1	1	5	1
	30	1	1	1	1	1	5	1

จากตารางได้ข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ ตั้งแต่ 0.8 ขึ้นไป

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

ตารางที่ ข-14 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

ข้อที่	ค่า $P$	ค่า $B$	ข้อที่	ค่า $P$	ค่า $B$
1	0.63	0.75	16	0.75	0.50
2	0.50	0.72	17	0.67	0.48
3	0.58	0.55	18	0.63	0.48
4	0.63	0.57	19	0.67	0.38
5	0.46	0.90	20	0.46	0.47
6	0.46	0.45	21	0.67	0.55
7	0.63	0.67	22	0.46	0.73
8	0.29	0.52	23	0.63	0.47
9	0.58	0.57	24	0.29	0.52
10	0.54	0.37	25	0.67	0.48
11	0.42	0.25	26	0.67	0.30
12	0.67	0.58	27	0.63	0.47
13	0.54	0.48	28	0.63	0.75
14	0.58	0.37	29	0.58	0.83
15	0.58	0.38	30	0.83	1.00

ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86

ตารางที่ ข-15 แสดงค่า  $p$ ,  $q$  และ  $pq$  ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ข้อสอบปรนัย) จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	$p$	$q$	$pq$
1	0.64	0.36	0.23
2	0.52	0.48	0.25
3	0.61	0.39	0.24
4	0.64	0.36	0.23
5	0.52	0.48	0.25
6	0.45	0.55	0.25
7	0.66	0.34	0.22
8	0.34	0.66	0.22
9	0.50	0.50	0.25
10	0.57	0.43	0.25
11	0.50	0.50	0.25
12	0.64	0.36	0.23
13	0.52	0.48	0.25
14	0.55	0.45	0.25
15	0.59	0.41	0.24
16	0.84	0.16	0.13
17	0.66	0.34	0.22
18	0.64	0.36	0.23
19	0.64	0.36	0.23
20	0.32	0.68	0.22
21	0.66	0.34	0.22
22	0.57	0.43	0.25
23	0.70	0.30	0.21
24	0.34	0.66	0.22

ตารางที่ ข-15 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq
25	0.66	0.34	0.22
26	0.70	0.30	0.21
27	0.77	0.23	0.18
28	0.68	0.32	0.22
29	0.68	0.32	0.22
30	0.64	0.36	0.23

$$\sum pq = 6.83$$

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก โดยใช้สูตรของ โลเวทท์

(Lovett's Method)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x-c)^2}$$

เมื่อ k = 44

$$\sum X = 781$$

$$\sum X^2 = 15619$$

$$\sum (x-c)^2 = 2749$$

$$r_{cc} = 1 - \frac{44(781) - (15619)}{(44-1)(2749)}$$

$$r_{cc} = 1 - \frac{34364 - 15619}{(43)(2749)}$$

$$r_{cc} = 1 - \frac{1875}{118207}$$

$$r_{cc} = 1 - 0.158 = 0.84$$

การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อหาค่าดัชนี  
ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับสถานการณ์ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และสถานการณ์  
ที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน

ตารางที่ ข-16 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทาง  
วิทยาศาสตร์

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	0	1	1	1	4	0.8
2	1	1	1	0	1	4	0.8
3	1	1	1	1	1	5	1
4	1	1	1	1	1	5	1
5	1	1	1	1	1	5	1
6	1	1	1	1	1	5	1
7	1	1	1	1	1	5	1
8	1	1	1	1	1	5	1
9	1	1	1	1	1	5	1
10	1	1	1	1	1	5	1
11	1	1	1	0	1	4	0.8
12	1	1	1	1	1	5	1
13	1	1	1	1	1	5	1
14	1	1	1	1	1	5	1
15	1	1	1	1	1	5	1
16	1	1	1	1	1	5	1
17	1	1	1	1	1	5	1
18	1	1	1	1	1	5	1
19	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ ข-16 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
20	1	1	1	1	1	5	1
21	1	1	1	1	1	5	1
22	1	1	1	1	1	5	1
23	1	1	1	1	1	5	1
24	1	0	1	1	1	4	0.8
25	1	1	1	1	1	5	1
26	1	1	1	1	1	5	1
27	1	1	1	1	1	5	1
28	1	0	1	1	1	4	0.8
29	1	1	1	1	1	5	1
30	1	1	1	1	1	5	1

จากตารางได้ข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ 0.8 ขึ้นไป

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) แบบทดสอบวัด  
การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ ข-17 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) แบบทดสอบ  
วัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่า $P$	ค่า $r$	ข้อที่	ค่า $P$	ค่า $r$
1	0.50	0.60	16	0.45	0.30
2	0.65	0.50	17	0.65	0.50
3	0.50	0.80	18	0.60	0.40
4	0.70	0.40	19	0.45	0.30
5	0.70	0.60	20	0.60	0.80
6	0.75	0.50	21	0.75	0.50
7	0.60	0.80	22	0.50	0.80
8	0.65	0.70	23	0.25	0.50
9	0.75	0.50	24	0.70	0.40
10	0.45	0.30	25	0.50	0.60
11	0.75	0.30	26	0.55	0.70
12	0.30	0.60	27	0.65	0.70
13	0.25	0.30	28	0.55	0.30
14	0.65	0.50	29	0.45	0.50
15	0.40	0.40	30	0.45	0.70

ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87



ตารางที่ ข-18 แสดงค่า  $p$ ,  $q$  และ  $pq$  ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ข้อสอบปรนัย) จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	$p$	$q$	$pq$
1	0.67	0.33	0.22
2	0.61	0.39	0.24
3	0.64	0.36	0.23
4	0.83	0.17	0.14
5	0.75	0.25	0.19
6	0.78	0.22	0.17
7	0.64	0.36	0.23
8	0.78	0.22	0.17
9	0.72	0.28	0.20
10	0.53	0.47	0.25
11	0.81	0.19	0.16
12	0.19	0.81	0.16
13	0.31	0.69	0.21
14	0.78	0.22	0.17
15	0.42	0.58	0.24
16	0.53	0.47	0.25
17	0.69	0.31	0.21
18	0.61	0.39	0.24
19	0.56	0.44	0.25
20	0.61	0.39	0.24
21	0.75	0.25	0.19
22	0.53	0.47	0.25
23	0.25	0.75	0.19
24	0.61	0.39	0.24

ตารางที่ ข-18 (ต่อ)

ข้อที่	$p$	$q$	$pq$
25	0.44	0.56	0.25
26	0.56	0.44	0.25
27	0.72	0.28	0.20
28	0.69	0.31	0.21
29	0.53	0.47	0.25
30	0.50	0.50	0.19

$$\sum pq = 6.44$$

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์  
โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

$$r_u = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right]$$

หาค่าความแปรปรวนจากสูตร  $S_x^2 = \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}$

เมื่อ  $n = 36$

$$\sum X = 649$$

$$(\sum X)^2 = (649)^2 = 421201$$

$$\sum X^2 = 13117$$

แทนค่า

$$\begin{aligned}
 S_r^2 &= \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)} \\
 &= \frac{36(13117) - 421201}{36(36-1)} \\
 &= \frac{472212 - 421201}{36(35)} \\
 &= \frac{51011}{1260} \\
 &= 40.48
 \end{aligned}$$

จากสูตร KR-20

$$\begin{aligned}
 r_{ii} &= \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right] \\
 &= \frac{30}{30-1} \left[ 1 - \frac{6.44}{40.48} \right] \\
 &= 1.03 \times 0.841 \\
 &= 0.87
 \end{aligned}$$

การวิเคราะห์แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องของ ข้อความที่แสดงถึงเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาในด้านต่าง ๆ

ตารางที่ ๗-19 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อความที่แสดงถึงเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา ในด้านต่าง ๆ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	1	1	1	1	5	1
3	1	1	1	1	1	5	1
4	1	1	1	1	1	5	1
5	1	1	1	1	1	5	1
6	1	1	1	1	1	5	1
7	1	1	1	1	1	5	1
8	1	1	1	1	1	5	1
9	1	1	1	1	1	5	1
10	1	1	1	1	1	5	1
11	1	1	1	1	1	5	1
12	0	1	1	1	1	0	0.8
13	1	1	1	1	1	5	1
14	1	1	1	1	1	5	1
15	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ ข-20 แสดงค่าอำนาจจำแนก ( $r_{xy}$ ) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา

ข้อที่	ค่า $r_{xy}$
1	0.56
2	0.64
3	0.62
4	0.53
5	0.63
6	0.41
7	0.36
8	0.60
9	0.56
10	0.40
11	0.38
12	0.26
13	0.42
14	0.40
15	0.27

$$\sum r_{xy} = 7.04$$

ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach)

$$\frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right\}$$

หาค่าความแปรปรวน จากสูตร  $S_i^2 = \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}$

เมื่อ  $n = 40$

$$\sum X = 1753$$

$$(\sum X)^2 = (1753)^2 = 3073009$$

$$\sum X^2 = 79285$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } S_i^2 &= \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)} \\ &= \frac{40(79285) - 3073009}{40(40-1)} \\ &= \frac{3171400 - 3073009}{40(39)} \\ &= \frac{98391}{1560} \\ &= 63.07 \end{aligned}$$

$$\sum S_i^2 = 14$$

$$n = 15$$

จากสูตร

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

แทนค่า

$$= \frac{15}{15-1} \left[ 1 - \frac{14}{63.07} \right]$$

$$= 1.07 \times 0.78$$

$$= 0.83$$

ตารางที่ ข-21 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน
1	12	27	22	11	23
2	10	20	23	12	24
3	10	23	24	14	21
4	10	24	25	12	24
5	10	25	26	11	25
6	11	23	27	8	19
7	10	26	28	12	23
8	13	27	29	12	24
9	12	20	30	11	26
10	12	23	31	10	26
11	13	28	32	13	27
12	7	23	33	11	25
13	11	23	34	10	22
14	13	24	35	12	21
15	14	27	36	10	22
16	13	25	37	12	26
17	12	20	38	10	25
18	13	28	39	10	24
19	11	28	40	6	18
20	13	21	41	9	20
21	13	24	42	13	25

ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 11.24 คะแนน

ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 23.79 คะแนน

ตารางที่ ข-22 คะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน
1	13	25	22	13	25
2	16	24	23	12	26
3	17	26	24	15	20
4	11	20	25	15	24
5	11	26	26	14	24
6	15	21	27	14	25
7	16	25	28	13	25
8	13	28	29	13	19
9	7	27	30	12	25
10	6	23	31	11	21
11	12	23	32	13	26
12	9	24	33	12	26
13	4	22	34	12	20
14	14	23	35	12	24
15	13	27	36	14	27
16	12	24	37	13	26
17	13	27	38	11	26
18	13	24	39	13	24
19	13	23	40	14	24
20	14	25	41	13	26
21	12	22	42	16	24

ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 12.60 คะแนน

ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 24.20 คะแนน



ตารางที่ ข-23 คะแนนเจตคติต่อชีววิทยาที่ได้จากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยาก่อนเรียน  
และหลังเรียน (คะแนนเต็ม 75 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน
1	53	65	22	53	68
2	55	68	23	48	62
3	51	64	24	54	59
4	54	67	25	49	65
5	68	69	26	66	70
6	59	72	27	46	63
7	52	66	28	50	68
8	57	71	29	51	64
9	51	58	30	60	71
10	56	62	31	64	72
11	51	64	32	64	73
12	56	70	33	59	66
13	55	69	34	51	63
14	52	68	35	47	61
15	57	74	36	52	61
16	55	73	37	57	70
17	48	60	38	60	71
18	60	69	39	54	67
19	62	72	40	49	65
20	49	60	41	54	63
21	52	63	42	60	69

ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 54.78 คะแนน

ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 66.55 คะแนน

#### ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
- แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา

## ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3	วิชา ชีววิทยา 2	รหัสวิชา ว32242
เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก		จำนวน 18 คาบ
เรื่องย่อยที่ 1 ชื่อเรื่องย่อย การรับรู้และการตอบสนอง		จำนวน 2 คาบ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1	ปีการศึกษา 2557
ผู้สอน นางสาวชยพัทธ์ ศรีกรด		โรงเรียนระยองวิทยาคม

## 1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

## มาตรฐาน ว 1.1

เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

## ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการทำงานของระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

## 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

## ด้านความรู้ความเข้าใจ (K)

1. นักเรียนสามารถสรุปได้ว่า สิ่งมีชีวิตมีหน่วยรับความรู้สึก หน่วยแปลความรู้สึก และหน่วยปฏิบัติงานที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้

2. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการรับและตอบสนองของพารามีเซียม ไฮดรา พลานาเรีย แมลงและสัตว์มีกระดูกสันหลังบางชนิดได้

## ด้านทักษะกระบวนการ (P)

3. นักเรียนสามารถปฏิบัติการทดลองเพื่อศึกษาโครงสร้างที่ใช้ในการรับและตอบสนองของพารามีเซียม และไฮดราได้

## ด้านคุณลักษณะ (A)

4. นักเรียนมีความสนใจและตั้งใจในการเรียนและการทำกิจกรรม

### 3. สาระสำคัญ

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดสามารถรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ ความสามารถดังกล่าวเกิดจากการทำงานของระบบประสาท และระบบต่อมไร้ท่อ สำหรับสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น พารามีเซียม การตอบสนองเกิดจากเส้นใยประสานงาน ส่วนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิดมีร่างแหประสาท สัตว์บางชนิดมีปมประสาท ขณะที่สัตว์มีกระดูกสันหลังมีทั้งสมอง ไขสันหลัง ปมประสาทและเส้นประสาท

### 4. สาระการเรียนรู้

1. พารามีเซียม ไม่มีเซลล์ประสาท ใช้เส้นใยประสานงาน (Coordinating fiber)
2. ไฮดราเริ่มมีระบบประสาทที่พัฒนาขึ้น มีร่างแหประสาท (Nerve net)
3. พลานาเรียมีระบบประสาทโดยเริ่มมีปมประสาท (Nerve ganglion)
4. สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเส้นประสาทอยู่ทางด้านท้องตลอดลำตัวเรียกว่า Ventral nerve cord เส้นประสาทส่วนปลายทางส่วนหัว มักเรียกว่า ปมสมอง (Cerebral ganglion) หรือสมอง (Brain)

### 5. ชิ้นงาน/ ภาระงาน

1. ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง การรับรู้และการตอบสนองของพารามีเซียม และไฮดรา
2. ใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง การเปรียบเทียบการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต
3. ใบกิจกรรมที่ 1.3 เรื่อง การรับรู้และการตอบสนองที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน
4. ใบกิจกรรมแผนผังทางปัญญา เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง
6. แบบทดสอบที่ 1 เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง

## 6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	สื่อประกอบ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (นาที)
1. ขั้นสร้างความสนใจ เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน	<p>ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนใช้นิวส์จัมเอวเพื่อน แล้วสังเกตการตอบสนองของเพื่อน แล้วใช้แนวคำถาม ดังต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนจะอธิบายการตอบสนองของเพื่อนในกรณีนี้ได้อย่างไร (เกิดจากการรับรู้และการตอบสนอง)</li> <li>- เหตุใดสิ่งมีชีวิตจึงมีการรับรู้และการตอบสนอง (การรับรู้และการตอบสนองช่วยให้สิ่งมีชีวิตอยู่รอดได้)</li> <li>- จะเกิดอะไรขึ้น หากสิ่งมีชีวิตไม่มีการรับรู้และการตอบสนอง (หากสิ่งมีชีวิตไม่มีการรับรู้และการตอบสนองจะทำให้สิ่งมีชีวิตไม่สามารถดำรงอยู่รอดได้)</li> <li>- สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง สัตว์มีกระดูกสันหลัง สามารถตอบสนองได้อย่างไร (นักเรียนหาคำตอบจากการศึกษาในใบความรู้ และการทำใบกิจกรรมต่อไป)</li> </ul>	- สื่อ PowerPoint เรื่อง การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต	10
2. ขั้นสำรวจและค้นหา	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 4-5 คน ตามความสมัครใจ และดำเนินตามกิจกรรมเรียนร่วมกัน</li> <li>2. กำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกแต่ละกลุ่ม ในการดำเนินกิจกรรมการทดลองศึกษา โครงสร้างที่ใช้ในการรับรู้และตอบสนอง และศึกษาวิดีโอการรับรู้และการตอบสนองของพารามีเซียม และไฮดรา</li> </ol>	วิดีโอ เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง	30

## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	สื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (นาที)
	<p>ไฮดร่า และศึกษาใบความรู้ เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรม ดังนี้</p> <p>2.1. ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง การรับรู้และการตอบสนองของพารามีเซียม และไฮดร่า</p> <p>2.2. ใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง การเปรียบเทียบการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตตามลำดับ ครุสังเกตและบันทึกผลกิจกรรม</p>	<p>ใบความรู้</p> <p>ใบกิจกรรมที่ 1.1</p> <p>ใบกิจกรรมที่ 1.2</p> <p>ใบกิจกรรมที่ 1.3</p>	
<p>3.ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป ร่วมกับเทคนิคแผนผังทางปัญญา</p>	<p>1. นักเรียนร่วมกันอภิปราย และสรุปภายในกลุ่มเกี่ยวกับการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตจากการทำการทดลอง ศึกษาวิดีโอใบความรู้ และทำ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง การรับรู้และการตอบสนองของพารามีเซียม และไฮดร่า</li> <li>- ใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง การเปรียบเทียบการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต</li> </ul> <p>2. สุ่มตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอผลการอภิปรายของกลุ่ม</p> <p>3. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับ เรื่อง การรับรู้และการตอบสนองที่นักเรียนได้ทำการทดลอง ศึกษาวิดีโอใบความรู้ และใบกิจกรรม โดยใช้คำถามกระตุ้นความสนใจนักเรียนดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- จากที่นักเรียนได้ทำการทดลอง ศึกษาวิดีโอใบความรู้ และใบกิจกรรม เกี่ยวกับการรับรู้และการตอบสนอง</li> </ul>	<p>ใบกิจกรรม</p> <p>แผนผังทางปัญญา</p>	<p>20</p>

## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	สื่อประกอบ การจัด การเรียนรู้	เวลา (นาที)
	<p>ของสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด มีรูปแบบการทำงานที่ใช้การรับรู้ และการตอบสนองแตกต่างกันอย่างไร (สัตว์ที่มีวิวัฒนาการมากกว่าจะมีระบบประสาทที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น เช่น พาวามีเซียม การตอบสนองเกิดจากเส้นใยประสาทร่างาน ส่วนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิดเช่น ไฮดรา มีร่างแหประสาท, พลานาเรียมีปมประสาท และตั๊กแตนมีเส้นประสาท ขณะที่สัตว์มีกระดูกสันหลังมีทั้งสมอง ไขสันหลัง ปมประสาท และเส้นประสาท)</p> <p>4. นักเรียนทำ ใบกิจกรรมแผนผังทางปัญญาสรุปจากความรู้ความเข้าใจที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการรับรู้และการตอบสนอง (รายบุคคล)</p>		
4.ขั้นขยายความรู้	1. นักเรียนและครูร่วมกันสนทนาถึง การรับรู้และการตอบสนองที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตอื่นๆหรือตัวนักเรียน และผู้อื่น พร้อมยกตัวอย่างประกอบและทำใบกิจกรรมที่ 1.3 การรับรู้และการตอบสนองที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน	- สื่อ PowerPoint เรื่อง การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต ใบงานที่ 1.3	15
5.ขั้นประเมินผล	1. นักเรียนทำแบบทดสอบที่ 1 เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง 2. ตรวจใบกิจกรรมแผนผังทางปัญญา	แบบทดสอบที่ 1	15

## 7. สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2
2. สื่อ PowerPoint เรื่อง การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต
3. แบบทดสอบที่ 1 เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง
4. ใบความรู้ เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง

5. ใบกิจกรรม เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง

6. ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา

4. ห้องสมุดวิทยาศาสตร์

5. อินเทอร์เน็ต เว็บไซต์

- <http://www.vcharkarn.com/lesson/view.php?id=1417>

- [http://www.trueplookpanya.com/new/cms\\_detail/knowledge/24607-036547/](http://www.trueplookpanya.com/new/cms_detail/knowledge/24607-036547/)

- <http://courseware.sc.chula.ac.th/online/สื่อการสอนวิทยาศาสตร์และ>

คณิตศาสตร์%20ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/วิชาชีววิทยา/

#### 8. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. กล้องจุลทรรศน์

2. พารามีเซียม

3. กระจกสไลด์, กระจกปิดสไลด์

4. หลอดหยด

5. ไบมีด

6. น้ำต้มฟางที่มีพารามีเซียม

#### 9. การวัดผลและประเมินผล

สิ่งที่ต้องวัดผลและประเมินผล	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
<p>-ความรู้ความเข้าใจ (K)</p> <p>1. นักเรียนสามารถสรุปได้ว่า สิ่งมีชีวิตมีหน่วยรับความรู้สึก หน่วยแปลความรู้สึก และหน่วยปฏิบัติงานที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการรับและตอบสนองของพารามีเซียม ไฮดรา พลานาเรีย แมลงและสัตว์มีกระดูกสันหลังบางชนิดได้</p>	- ตรวจชิ้นงาน	<p>- แบบทดสอบที่ 1</p> <p>-แบบประเมินใบกิจกรรมแผนผังทางปัญญา</p>	<p>- ทำคะแนน 75% ขึ้นไป</p> <p>- มีผลการประเมินคุณภาพระดับดีขึ้นไป</p>



- ทักษะกระบวนการ (P) 3. นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรม การรับและตอบสนองของพารามี เซียม ไฮดรา พลาณาเรีย แมลงและ สัตว์มีกระดูกสันหลังบางชนิดได้	- การสังเกตการ ร่วมกิจกรรมกลุ่ม	- แบบสังเกต พฤติกรรมการทำ กิจกรรมกลุ่ม	- มีผล การประเมิน คุณภาพระดับ ดีขึ้น
- คุณลักษณะ (A) 4. นักเรียนมีความสนใจและตั้งใจ ในการเรียนและการทำกิจกรรม	- การสังเกต	- แบบสังเกต พฤติกรรม การเรียน	- มีผล การประเมิน คุณภาพระดับ ดีขึ้น

### เกณฑ์การประเมิน

- ใบกิจกรรมที่ 1.1-1.3

ระดับคุณภาพ	คะแนน
1) มีเนื้อหาครบถ้วนถูกต้องทุกข้อส่งทันตามเวลาที่กำหนด	5
2) มีเนื้อหาถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ	4
3) ทำถูกต้องตามเนื้อหาได้คะแนนมากกว่าครึ่งของคะแนนทั้งหมด	3
4) ทำถูกต้องตามเนื้อหาอย่างน้อย สองข้อ	2
5) ตอบคำถามครบทุกข้อ	1

- แบบทดสอบที่ 1

ระดับคุณภาพ	คะแนน
1) ทำถูกมากกว่า 90%	5
2) ทำถูกมากกว่า 85%	4.5
3) ทำถูกมากกว่า 80%	4
4) ทำถูกมากกว่า 75%	3.5
5) ทำถูกมากกว่า 70%	3
6) ทำถูกมากกว่า 65%	2.5
7) ทำถูกมากกว่า 60%	2
8) ทำถูกมากกว่า 55%	1.5
9) ทำถูกมากกว่า 50%	1

### แบบประเมินใบกิจกรรมแผนผังทางปัญญา

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....

#### คำชี้แจง

1. ครูเป็นผู้ประเมินแผนผังทางปัญญาของผู้เรียนเป็นรายบุคคล
2. ให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องผลการประเมิน  
โดยมีเกณฑ์ดังต่อไปนี้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			
	4	3	2	1
1. เนื้อหา (Content) ถูกต้อง ครบสมบูรณ์				
2. การนำเสนอผลงาน (Presentation) เป็นระบบ				
3. การออกแบบ (Design) มีความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบสร้างแผนผังทางปัญญา				
รวม				

## เกณฑ์การประเมินการทำแผนผังแผนผังทางปัญญา

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (ปรับปรุง)
1. เนื้อหา (Content)	แสดงถึงความรู้ความเข้าใจครบถ้วนในทุกประเด็น มีเนื้อหาที่ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ ชัดเจนดีมาก	แสดงถึงความรู้ความเข้าใจครบถ้วนในทุกประเด็น มีเนื้อหาที่ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ ชัดเจนดี แต่ยังขาดอยู่ 1-2 ประเด็น	แสดงถึงความรู้ความเข้าใจครบถ้วนในทุกประเด็น มีเนื้อหาที่ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ ชัดเจนพอใช้ แต่ยังขาดอยู่ 3 ประเด็นขึ้นไป	ไม่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจ ไม่สามารถเขียนแผนผังทางปัญญาได้
การนำเสนอผลงาน (Presentation)	แสดงถึงการคิดวิเคราะห์และการเชื่อมโยงความรู้เป็นระบบ นำเสนอหัวข้อเรื่อง (Main topic) อยู่ตรงกลางของแผนผังแตกเป็นประเด็นรอง และประเด็นย่อย ออกเป็นรัศมีออกจากศูนย์กลาง เข้าใจได้ง่าย	แสดงถึงการคิดวิเคราะห์และการเชื่อมโยงความรู้เป็นระบบ นำเสนอหัวข้อเรื่อง (Main topic) อยู่ตรงกลางของแผนผังแตกเป็นประเด็นรอง แต่ไม่มีประเด็นย่อย ออกเป็นรัศมีออกจากศูนย์กลาง	แสดงถึงการคิดวิเคราะห์และการเชื่อมโยงความรู้เป็นระบบ นำเสนอหัวข้อเรื่อง (Main topic) อยู่ตรงกลางของแผนผังไม่แตกเป็นประเด็นรอง และประเด็นย่อย ออกเป็นรัศมีออกจากศูนย์กลาง	ไม่แสดงถึงการคิดวิเคราะห์และการเชื่อมโยงความรู้ ไม่สามารถเขียนแผนผังทางปัญญาได้

ประเด็นการ ประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (ปรับปรุง)
การออกแบบ (Design)	รูปแบบสวยงาม มีความคิด สร้างสรรค์แปลก ใหม่ ใช้เส้นเชื่อม มีสีสัน รูปภาพ ตัวอักษร เร้า ความสนใจ	รูปแบบสวยงาม ความคิด สร้างสรรค์น้อย ใช้เส้นเชื่อม มีสีสัน เร้าความสนใจ	รูปแบบสวยงาม ใช้เส้นเชื่อม มีสีสันน้อย	รูปแบบ ไม่สวยงาม เส้นเชื่อม ไม่ใช้สีสัน

#### เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
10-12	ดีมาก
7-9	ดี
4-6	ปานกลาง
1-3	ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวชยพัทธ์ ศรีกรวด)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

## แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน

ชั้น.....จำนวน.....คน

สังเกตพฤติกรรมตั้งแต่วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เลข ที่	ชื่อ-สกุล	พฤติกรรม					รวม (20)
		กล้า ซักถาม เมื่อมีข้อ สงสัย และตอบ คำถามที่ ครูถาม (4)	มีความ ใฝ่เรียน ค้นคว้า หา ความรู้ ด้วย ตนเอง (4)	ไม่สง เสียงดัง หรือ พูดคุย นอก เรื่องที่ เรียน (4)	ร่วมกับ เพื่อนใน กลุ่มแก้ไข ปัญหา พยายาม ทำงานให้ สำเร็จ (4)	ส่งงาน หรือ แบบฝึก หัดได้ ตรงตาม กำหนด (4)	

## เกณฑ์การประเมินในการสังเกตพฤติกรรม มีดังนี้

คะแนน 18 - 20	ดีมาก
คะแนน 14 - 17	ดี
คะแนน 13 - 10	พอใช้
คะแนน 0 - 9	ควรปรับปรุง

## มีเกณฑ์ให้คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรม คือ

- เกณฑ์การให้คะแนน 4 คะแนน เมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการเป็นประจำสม่ำเสมอ
- เกณฑ์การให้คะแนน 3 คะแนน เมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการค่อนข้างจะสม่ำเสมอ
- เกณฑ์การให้คะแนน 2 คะแนน เมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการค่อนข้างน้อย
- เกณฑ์การให้คะแนน 1 คะแนน เมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการน้อย

### แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกิจกรรมกลุ่ม

กลุ่ม .....

สมาชิกในกลุ่ม 1. .... 2. ....  
3. .... 4. ....  
5. .... 6. ....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

พฤติกรรมที่สังเกต	คะแนน		
	3	2	1
1. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น			
2. มีความกระตือรือร้นในการทำงาน			
3. รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย			
4. มีขั้นตอนในการทำงานอย่างเป็นระบบ			
5. ใช้เวลาในการทำงานอย่างเหมาะสม			
รวม			

#### เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นประจำ ให้ 3 คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นบางครั้ง ให้ 2 คะแนน

พฤติกรรมที่ทำน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

#### เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน                      ระดับคุณภาพ

13-15                              ดี

8-12                                ปานกลาง

5-7                                  ปรับปรุง

### ใบกิจกรรมที่ 1.1

#### เรื่อง การรับรู้และการตอบสนองของพารามีเทียม และไฮดรา

ชื่อกลุ่ม.....ชั้น/ห้อง.....จำนวนสมาชิก.....คน

ชื่อ-สกุลของสมาชิก 1.....เลขที่.....

2.....เลขที่.....

3.....เลขที่.....

4.....เลขที่.....

**ตอนที่ 1** นักเรียนทำการทดลองและศึกษาวิดีโอการรับรู้และการตอบสนองของพารามีเทียม

ชื่อสิ่งมีชีวิต.....(ภาษาอังกฤษ)

รูปร่างลักษณะ ของสิ่งมีชีวิต (วาดรูป)	ลักษณะ การเคลื่อนที่ ของสิ่งมีชีวิต	ลักษณะ การเคลื่อนที่ เมื่อเจอสิ่งกีดขวาง	ลักษณะ การเคลื่อนที่ เมื่อตัดเส้นใย ประสานงานออก

สรุปจากการศึกษา

.....

.....

.....

.....

นักเรียนจงตอบคำถามหลังการศึกษา

1. สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมีโครงสร้างประสาทแบบใด ทำหน้าที่อะไร

ตอบ

.....

.....

.....

2. หากนักเรียนตัดสินใจไปประสานงานของพารามีเซียมออก พบว่า พารามีเซียมไม่สามารถควบคุมการพัดโบกของซิเลียได้ นักเรียนคิดว่าเกิดจากสาเหตุใด

ตอบ

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 นักเรียนทำการทดลองและศึกษาวิดีโอการรับรู้และการตอบสนองของไฮดรา ชื่อสิ่งมีชีวิต.....(ภาษาอังกฤษ)

รูปร่างลักษณะ ของสิ่งมีชีวิต (วาดรูป)	ลักษณะการเคลื่อนที่ ของสิ่งมีชีวิต	พฤติกรรมของไฮดรา เมื่อใช้ เข็มเขี่ยตะกั่วที่บริเวณ เพนทาเคิล



สรุปจากการศึกษา

.....

.....

.....

.....

นักเรียนจงตอบคำถามหลังการศึกษา

1. หากนักเรียนใช้เข็มเตะไปที่ปลายเทณฑาคีลของไฮดร่าจะเกิดอะไรขึ้น นักเรียนจะอธิบายผลที่เกิดขึ้นอย่างไร

ตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### ใบกิจกรรมที่ 1.2

เรื่อง การเปรียบเทียบการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต

คำชี้แจง จากการทำให้นักเรียนได้ทำการทดลอง ศึกษาวิดีโอ และศึกษาใบความรู้ เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง

คำสั่ง 1. ให้นักเรียนเปรียบเทียบการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตดังต่อไปนี้

ประเภทสิ่งมีชีวิต	ชนิด	ระบบประสาท	โครงสร้าง/หน้าที่	หมายเหตุ
สัตว์เซลล์เดียว	พารามีเซียม			
สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง	ไฮดรา			
	ปลานาเรีย			
	ไส้เดือน			
	แมลง			
สัตว์มีกระดูกสันหลัง	ปลา			
	มนุษย์			

2. สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังแต่ละชนิด มีระบบประสาทพัฒนาเป็นแบบใด อยู่บริเวณส่วนใด

ตอบ

.....

.....

.....

.....

3. คนและสัตว์มีกระดูกสันหลังมีระบบประสาทแบบใด มีหน่วยย่อยที่สำคัญคืออะไร

ตอบ

.....

.....

.....

.....

### ใบกิจกรรมที่ 1.3

เรื่อง การรับรู้และการตอบสนองที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน

คำชี้แจง จงตอบคำถามที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน

1. นักเรียนคิดว่า การรับรู้และการตอบสนองมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของนักเรียนอย่างไร

ตอบ

.....

.....

.....

.....

2. ให้นักเรียนร่วมกันเล่าประสบการณ์ การรับรู้และการตอบสนองที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียนหรือผู้อื่น พร้อมยกตัวอย่างประกอบ

สถานการณ์ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน	การรับรู้ของสิ่งมีชีวิต	การตอบสนองของสิ่งมีชีวิต

### ใบกิจกรรมแผนผังทางปัญญา

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทุกคนทำใบกิจกรรมแผนผังทางปัญญา สรุปจากความรู้ความเข้าใจที่ได้  
ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการรับรู้และการตอบสนอง

แบบทดสอบที่ 1

เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง

คำสั่ง: แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ให้นักเรียนเลือกคำตอบ  
ที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวแล้วกาเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. สิ่งมีชีวิตในข้อใดใช้เส้นใยประสาทในการรับรู้และตอบสนอง
 

ก. ไฮดรา	ข. พารามีเซียม	ค. พลานาเรีย	ง. ไส้เดือน
----------	----------------	--------------	-------------
2. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับโครงสร้างการรับและตอบสนอง
 

ก. พารามีเซียม สมอง	ข. ไฮดรา เทนทาเคิล
ค. อะมีบา เส้นใยประสาทงาน	ง. พลานาเรีย ซีเลีย
3. สิ่งมีชีวิตข้อใด ปมประสาทที่ส่วนหัว ตามลำตัว และมีเส้นประสาทขวางคล้ายขั้นบันไดพบใน
 

ก. อะมีบา	ข. มนุษย์	ค. พลานาเรีย	ง. ฟองน้ำ
-----------	-----------	--------------	-----------
4. ข้อใดเรียงลำดับขั้นตอนในการรับรู้และตอบสนองได้ถูกต้อง ถ้ากำหนดให้ 1 = การตอบสนอง, 2 = หน่วยปฏิบัติ, 3 = หน่วยรับความรู้สึก, 4 = หน่วยแปลความรู้สึก, 5 = สิ่งเร้า, 6 = หน่วยสั่งการ
 

ก. 5/3/4/6/2/1	ข. 5/4/3/6/1/2	ค. 5/4/3/6/2/1	ง. 5/3/4/2/6/1
----------------	----------------	----------------	----------------
5. สิ่งมีชีวิตใดเป็นพวกแรกที่เริ่มมีระบบประสาทที่แท้จริง
 

ก. Cnidarian	ข. Platyhelminthes	ค. Coelenterata	ง. Porifera
--------------	--------------------	-----------------	-------------
6. ร่างแหประสาท นอกจากจะพบในไฮดราแล้วยังพบได้ในสัตว์ชั้นสูงที่บริเวณใด
 

ก. สมอง	ข. กล้ามเนื้อลาย	ค. มนังลำไส้	ง. ไชสันหลัง
---------	------------------	--------------	--------------
7. หากต้องการศึกษาระบบประสาทของตั๊กแตน จะต้องผ่าตัดแมลงชนิดนี้ในลักษณะใด
 

ก. กลางด้านหลังจากหัวจรดท้ายลำตัว	ข. กลางด้านท้องตั้งแต่หัวจรดท้ายลำตัว
ค. ด้านท้องเฉพาะบริเวณหัวและอก	ง. ด้านหลังเฉพาะบริเวณหัวและอก
8. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับระบบประสาทของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ
 

ก. กุ้งมีเส้นประสาทอยู่ทางด้านหลังของลำตัว	ข. ไส้เดือนดินมีเส้นประสาทอยู่ทางด้านของลำตัว
ค. ฟองน้ำมีเส้นประสาทอยู่บริเวณด้านหลังลำตัว	ง. แมลงมีเส้นประสาทแบบร่างแห
9. การรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต กลุ่มใดเร็วที่สุด
 

ก. ไฮดรา	ข. อะมีบา	ค. แมลง	ง. พารามีเซียม
----------	-----------	---------	----------------
10. สัตว์มีกระดูกสันหลังมีสิ่งใดเป็น ศูนย์กลางของระบบประสาท
 

ก. สมองและไชสันหลัง	ข. เส้นประสาท
ค. ไชสันหลัง	ง. สมอง

### เฉลยแบบทดสอบที่ 1

#### เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง

คำสั่ง: แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวแล้วกาเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

- สิ่งมีชีวิตในข้อใดใช้เส้นใยประสาทงานในการรับรู้และตอบสนอง
 

ก. ไฮดรา	(ข.) พารามีเซียม	ค. พลานาเรีย	ง. ไล้เดือน
----------	------------------	--------------	-------------
- ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับโครงสร้างการรับและตอบสนอง
 

ก. พารามีเซียม สมอง	(ข.) ไฮดรา เทนทาเคิล
ค. อะมีบา เส้นใยประสาทงาน	ง. พลานาเรีย ซีเลีย
- สิ่งมีชีวิตข้อใด ปมประสาทที่ส่วนหัว ตามลำตัว และมีเส้นประสาทขวางคล้ายขั้นบันไดพบใน
 

ก. อะมีบา	ข. มนุษย์	(ค.) พลานาเรีย	ง. ฟองน้ำ
-----------	-----------	----------------	-----------
- ข้อใดเรียงลำดับขั้นตอนในการรับรู้และตอบสนองได้ถูกต้อง ถ้ากำหนดให้ 1 = การตอบสนอง, 2 = หน่วยปฏิบัติ, 3 = หน่วยรับความรู้สึก, 4 = หน่วยแปลความรู้สึก, 5 = สิ่งเร้า, 6 = หน่วยสั่งการ
 

(ก.) 5/3/4/6/2/1	ข. 5/4/3/6/1/2	ค. 5/4/3/6/2/1	ง. 5/3/4/2/6/1
------------------	----------------	----------------	----------------
- สิ่งมีชีวิตในเป็นพวกแรกที่เริ่มมีระบบประสาทที่แท้จริง
 

(ก.) Cnidarian	ข. Platyhelminthes	ค. Coelenterata	ง. Porifera
----------------	--------------------	-----------------	-------------
- ร่างแหประสาท นอกจากจะพบในไฮดราแล้วยังพบได้ในสัตว์ชั้นสูงที่บริเวณใด
 

ก. สมอง	ข. กล้ามเนื้อลาย	(ค.) ผนังลำไส้	ง. ไขสันหลัง
---------	------------------	----------------	--------------
- หากต้องการศึกษาระบบประสาทของตั๊กแตน จะต้องผ่าตัดแมลงชนิดนี้ในลักษณะใด
 

(ก.) กลางด้านหลังจากหัวจรดท้ายลำตัว	ข. กลางด้านท้องตั้งแต่หัวจรดท้ายลำตัว
ค. ด้านท้องเฉพาะบริเวณหัวและอก	ง. ด้านหลังเฉพาะบริเวณหัวและอก
- ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับระบบประสาทของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ
 

ก. กุ้งมีเส้นประสาทอยู่ทางด้านหลังของลำตัว	(ข.) ไล้เดือนดินมีเส้นประสาทอยู่ทางด้านของลำตัว	ค. ฟองน้ำมีเส้นประสาทอยู่บริเวณด้านหลังลำตัว	ง. แมลงมีเส้นประสาทแบบร่างแห
--	---	--	------------------------------
- การรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต กลุ่มใดเร็วที่สุด
 

ก. ไฮดรา	ข. อะมีบา	(ค.) แมลง	ง. พารามีเซียม
----------	-----------	-----------	----------------
- สัตว์มีกระดูกสันหลังมีสิ่งใดเป็น ศูนย์กลางของระบบประสาท
 

(ก.) สมองและไขสันหลัง	ข. เส้นประสาท
ค. ไขสันหลัง	ง. สมอง

## บันทึกผลการจัดการเรียนรู้/ ผลหลังการสอน

## ผลหลังการสอน

- นักเรียนตั้งใจทำการทดลอง และมีความสนใจต่อสื่อวีดิโอที่นำมาเปิดให้นักเรียนดู.....
- ในขั้นสำรวจและค้นหาที่ให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยเหลือกันดี โดยเห็นได้จากความร่วมมือแสดงความคิดเห็น จะมีนักเรียนเพียงบางกลุ่มที่คุยกันนอกเหนือจากการอภิปราย.....

## ปัญหาและอุปสรรค / ข้อบกพร่องที่พบ

- ในขั้นการประเมินผลโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบรายบุคคล จะมีนักเรียนบางคนคอยที่จะ.....

## ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ปัญหา

- ครูได้เข้าไปชี้แนะให้นักเรียนเข้าใจว่า ในการทำแบบทดสอบ ถ้านักเรียนมีความตั้งใจ และ.....
- ทำตาม ความสามารถของนักเรียนเอง นักเรียนสามารถรู้ถึงระดับความรู้ที่นักเรียนมี และการทำ.....
- แบบทดสอบเอง จะเป็นการทบทวนด้วยว่านักเรียนยังไม่เข้าใจในเรื่องไหน เหมือนเป็นการรื้อฟื้น.....
- ความจำ และเมื่อนักเรียนทำข้อสอบก็จะจำได้.....

ลงชื่อ..... ชยพัทธ์ ศรีกรวด.....ผู้สอน

(นางสาวชยพัทธ์ ศรีกรวด)

นิสิตฝึกสอน

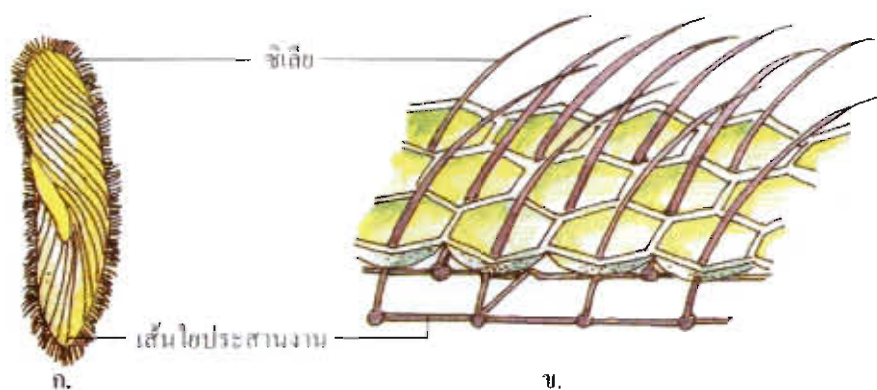
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



## ใบความรู้ เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง

### สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ไม่มีเซลล์ประสาท แต่มันสามารถรับรู้ได้ เพราะมีโครงสร้างเรียกว่า เส้นใยประสานงาน (Coordinating fiber) ซึ่งทำหน้าที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็นแสงสว่าง อุณหภูมิ สารเคมี และวัตถุที่มาสัมผัส โดยอาจมีการเคลื่อนที่เข้าหาหรือเคลื่อนที่หนี ตัวอย่าง เช่น พารามีเซียมมีเส้นใยเชื่อมโยงระหว่างโคนซีเลีย เส้นใยนี้เรียกว่า เส้นใยประสานงาน หากตัดเส้นใยเหล่านี้ พารามีเซียมไม่สามารถควบคุมการพัดโบกของซีเลียได้ แสดงว่าเส้นใยเหล่านี้เป็นตัวควบคุมการทำงานของซีเลีย (ดังรูปที่ 1)



ก. ซีเลียรอบๆ เซลล์พารามีเซียม  
ข. เส้นใยประสานงานของพารามีเซียม

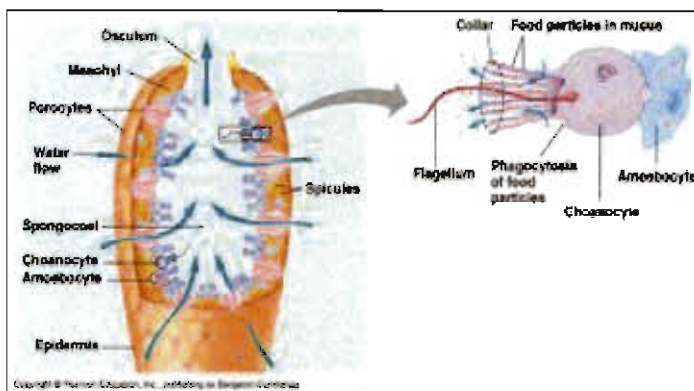
ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างซีเลียและเส้นใยประสานงานพารามีเซียม

เข้าถึงได้จาก: <http://school.obec.go.thsanehka12.html>

เส้นใยประสานงานทำหน้าที่ควบคุมการพัดโบกของซีเลีย หากเปรียบเทียบบานเกล็ดหน้าต่างเป็นซีเลีย ตัวโยกหรือตัวหมุนเป็นตัวบังคับให้กระจกบานเกล็ดปิด-เปิด เมื่อส่วนที่ยึดกับคันโยกหลุดก็จะไม่สามารถเปิดบานเกล็ดได้ เช่นเดียวกับเส้นใยประสานงานของพารามีเซียม ถ้าถูกตัดขาด การบังคับซีเลียให้เคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ได้เช่นกัน

## ฟองน้ำ (Spongy)

ฟองน้ำเป็นสัตว์ที่ไม่มีระบบประสาท ไม่มี Nerve cell หรือ Sensory cell การรับรู้ของฟองน้ำจะขึ้นอยู่กับการทำงานของ แต่ละเซลล์ แต่ไม่มีการทำงานระหว่างเซลล์ โดยมันจะตอบสนองต่อแรงกดและแรงสัมผัสได้

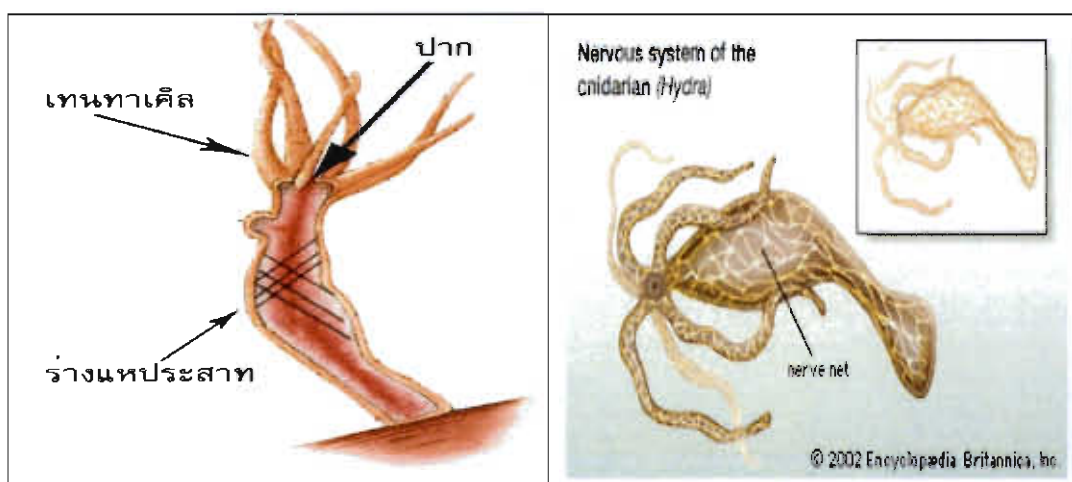


ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างการรับรู้ของฟองน้ำ

เข้าถึงได้จาก: <http://www.vcharkarn.com/vcafe/42796>

## ไฮดรา

ไฮดราเริ่มมีระบบประสาทที่พัฒนาขึ้นมาแล้วแต่ไม่มากนัก มีแต่เซลล์ยังไม่มีปมประสาท (Nerve ganglion) เซลล์ประสาทของไฮดราเชื่อมโยงกันคล้ายร่างแห เรียกกันว่าร่างแหประสาท (Nerve net)



ภาพที่ 2 แสดงระบบประสาทของไฮดรา แบบร่างแหประสาท

เข้าถึงได้จาก: <http://archive.wunjun.comudontham380.html>

เมื่อไฮดราถูกกระตุ้นที่จุดใดจุดหนึ่ง กระแสประสาทจะแผ่ออกทุกทิศทุกทาง แต่อัตราการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทเกิดช้ากว่าการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทในเซลล์ประสาทของสัตว์ชั้นสูง ความต่อเนื่องของกระแสประสาทเห็นได้จากการใช้เข็มแทงที่ปลายแทนทาเคิล ไฮดราจะหดตัวทุกส่วนของร่างกายลง เป็นการแสดงว่ากระแสประสาทเคลื่อนที่จากจุดกระตุ้นไปยังส่วนของร่างกายด้วย

เซลล์รับสัมผัสของไฮดราแผ่กระจายอยู่ใต้เนื้อเยื่อชั้นนอก ร่างแหประสาทนั้น นอกจากพบไฮดราแล้วยังพบอวัยวะบางส่วนของสัตว์มีกระดูกสันหลังด้วย เช่น ที่ผนังลำไส้ ร่างแหประสาทจะควบคุมกระบวนการเพอริสทิลซิสของลำไส้ ทำให้เกิดการบีบไล่อาหารให้ผ่านไป

### พลาณาเรีย

พลาณาเรียมีระบบประสาทโดยเริ่มมีปมประสาท (Nerve ganglion) เป็นที่รวมของระบบประสาทจึงอาจเรียกว่า สมอง (brain) บริเวณหัวมีปมประสาทอยู่ 2 ปม จากปมประสาทนี้มีเส้นประสาทขนาดใหญ่ (Nerve cord) 2 เส้น ทอดขนานกันไปตลอดความยาวของลำตัว มีลักษณะเป็นขั้นบันได (Ladder type) เส้นประสาทดังกล่าวจะเชื่อมโยงติดกันด้วยเส้นประสาทที่วนรอบตัวที่เรียกว่า วงแหวนประสาท (Nerve ring) และแตกแขนงออกไปที่ผิวหนังลำตัว ระหว่างเส้นประสาทใหญ่ที่ทอดขนานไป 2 ข้างของลำตัวที่เรียกว่า Lateral nerve cord

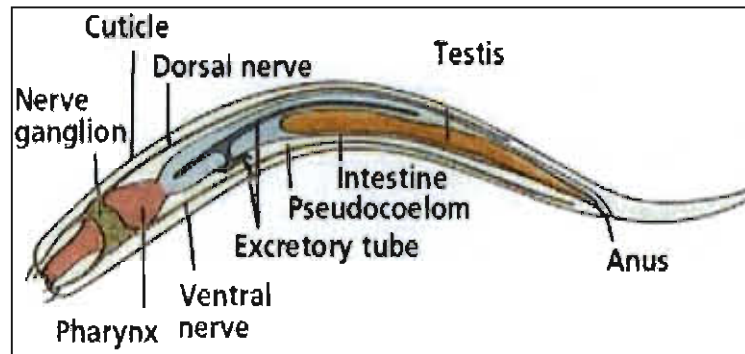


ภาพที่ 3 แสดงระบบประสาทของพลาณาเลีย แบบปมประสาท

เข้าถึงได้จาก: <http://www.rhodes.ac.zainstitutesiwr>

## หนอนตัวกลม

หนอนตัวกลมมีปมประสาทรูปวงแหวน (Nerve ring) อู้อรอบคอหอย มีเส้นประสาททางด้านหลัง เรียกว่า Dorsal nerve cord และเส้นประสาททางด้านล่าง เรียกว่า Ventral nerve cord



ภาพที่ 2 แสดงระบบประสาทของหนอนตัวกลม

เข้าถึงได้จาก: <http://www.sci.nu.ac.th/Biology/Biodiversity/>

## สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

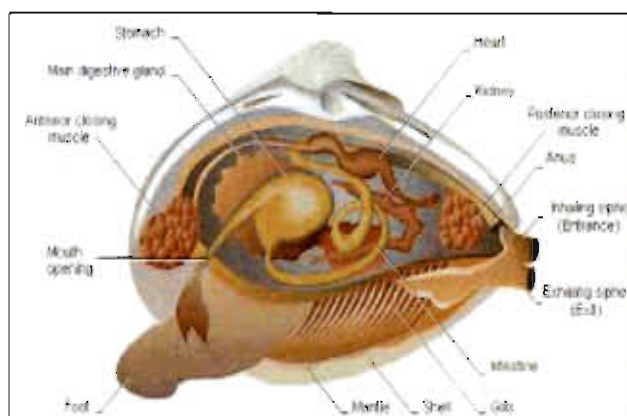
### ไส้เดือนดิน

ระบบประสาทประกอบด้วย ปมประสาทที่มีขนาดใหญ่ ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของระบบประสาท รวมทั้งมีปมประสาทอยู่ในแต่ละปล้องของลำตัว และมีเส้นประสาททางด้านท้อง (Ventral nerve cord) เชื่อมติดกันทอดยาว ตลอดลำตัว นอกจากนี้ยังมีแขนงประสาทแยกออกไปตามผนังลำตัว เพื่อรับความรู้สึกจากหน่วยรับความรู้สึก และส่งคำสั่งไปยังหน่วยตอบสนองหรือหน่วยปฏิบัติงาน

### มอลลัสก์

#### หอยสองฝา มีปมประสาท 3 คู่

1. ปมประสาทสมอง (Cerebral ganglion) อยู่ทางด้านข้างของปาก ควบคุมอวัยวะตอนบน
2. ปมประสาทที่อวัยวะภายใน (Visceral ganglion) อยู่ทางด้านท้ายควบคุมอวัยวะภายใน เช่น ระบบย่อยอาหาร ตัง หัวใจ
3. ปมประสาทที่เท้า (Pedal ganglion) อยู่ที่เท้าทำหน้าที่ควบคุมการยึดตัวหดตัวที่กล้ามเนื้อเท้า

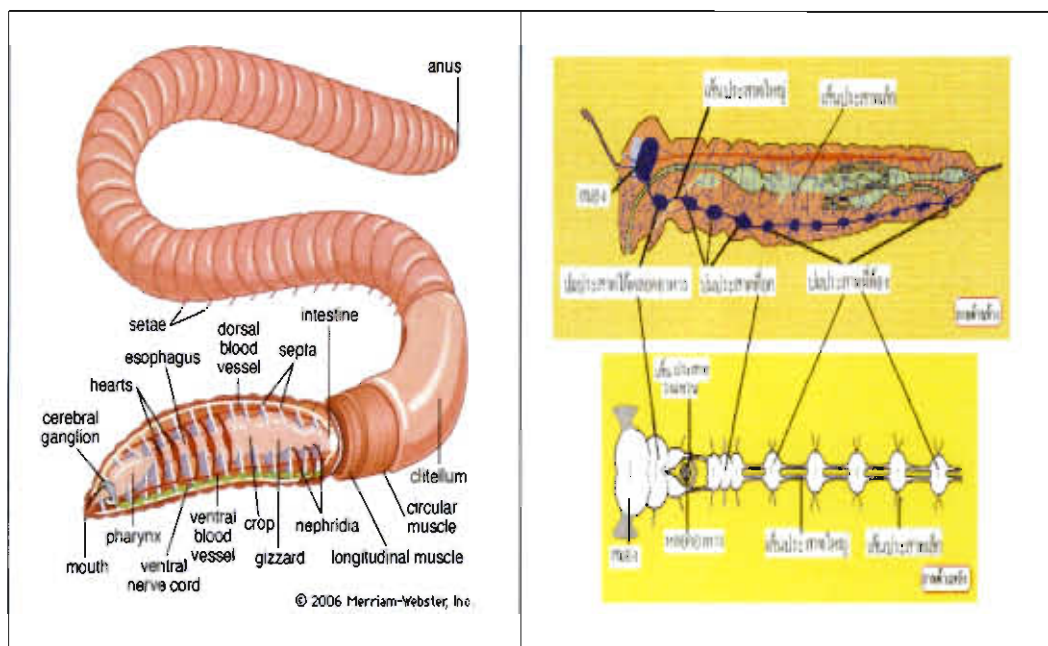


ภาพที่ 2 แสดงระบบประสาทของมอลลัสก์

เข้าถึงได้จาก: [www.weichtiere.at](http://www.weichtiere.at)

### สัตว์จำพวกแมลง

มีพัฒนาการของระบบประสาทมากขึ้น โดยมีปมประสาทหรือสมองชัดเจนอยู่บริเวณหัว และมีปมประสาท ขนาดใหญ่อยู่เป็นระยะตลอดความยาวของลำตัว โดยปมประสาทจะ อยู่บริเวณปล้องทุก ๆ ปล้องของลำตัว ปมประสาททำหน้าที่เป็นศูนย์ กลางของระบบประสาท ออก จากนี้ยังมีเส้นประสาททางด้านท้อง (Ventral nerve cord) ยาวตลอดตัวและใยประสาทที่แยก ออกมา เป็นส่วนของระบบประสาทรอบนอก



ภาพที่ 4 แสดงระบบประสาทของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิด ได้แก่ ด้วงดิน (ไส้เดือน),

แมลง(ขาบ) และ กุ้ง (ขวาล่าง)

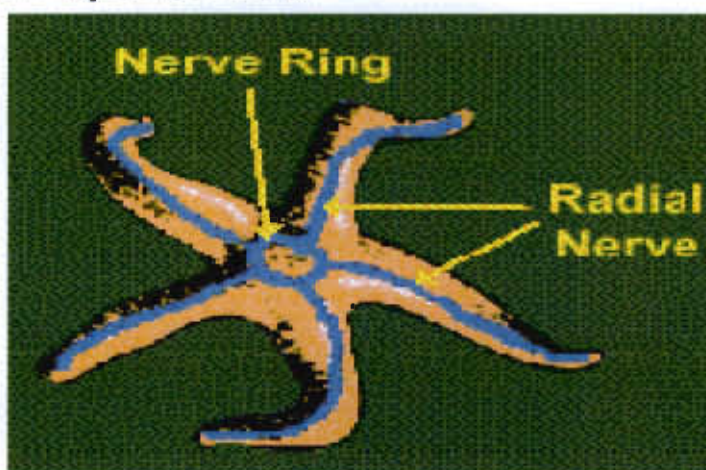
เข้าถึงได้จาก: <http://coursewares.mju.ac.th:81/e-learning47>

เข้าถึงได้จาก: <http://www.thaiworm.com/index.php?play=show&ac=article&id=406266>



## ดาวทะเล

มีเส้นประสาทวงแหวนล้อมรอบปาก (Nerve ring) และแยกเป็นเส้นประสาทรัศมี (Radial nerve) แยกไปตามแขนทั้ง 5 แฉก และเชื่อมโยงกับเซลล์ประสาทใต้ผิวหนัง ซึ่งสานกันเป็นร่างแหประสาท (Nerve net) ระบบประสาทรนี้มีความสำคัญต่อการเคลื่อนที่ จากการทดลองพบว่าถ้าเส้นประสาทรัศมีถูกตัดออก ในบริเวณแขนใดแขนหนึ่งจะมีผลต่อท่าขา โดยท่าขา ยังคงเคลื่อนไหวได้ แต่ทิศทางที่ไม่สอดคล้องกับท่าขาในแขนอื่น ๆ Eye spot ที่อยู่ส่วนปลายของแขนจะประกอบด้วยกลุ่มเซลล์รับแสง (Photoreceptor) และเซลล์เม็ดสี นอกจากนี้ที่ผิวหนังและท่าขา มีเซลล์ที่ไวต่อการรับความรู้สึกเกี่ยวกับสารเคมี



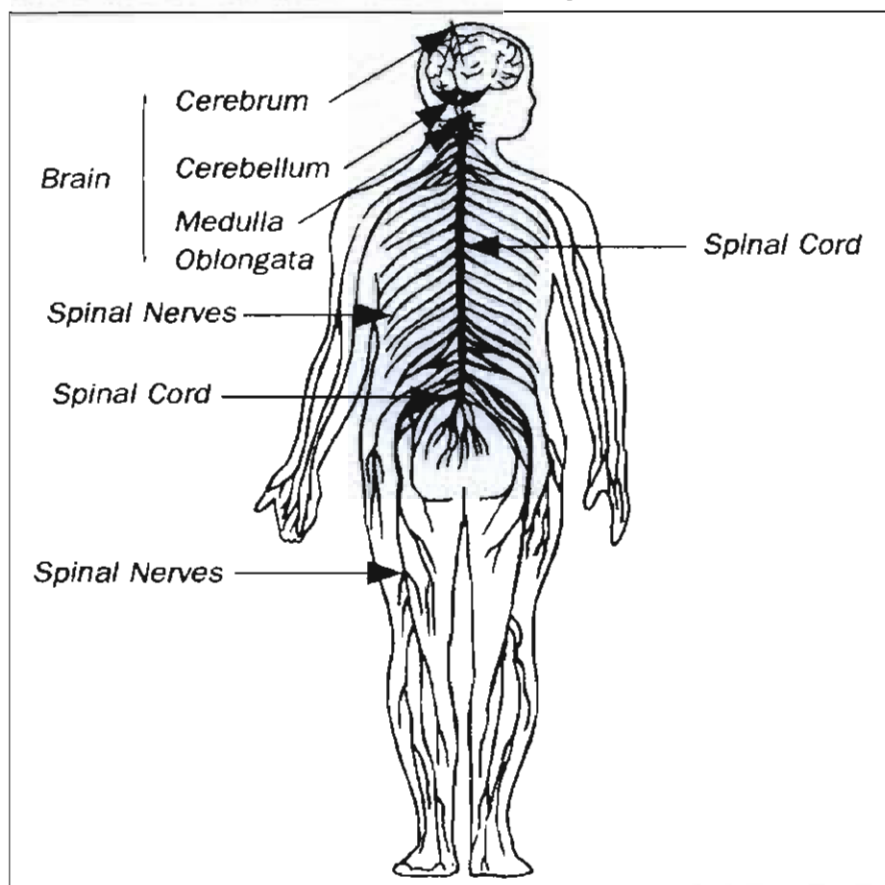
ภาพที่ 2 แสดงระบบประสาทของดาวทะเล

เข้าถึงได้จาก: <http://coursewares.mju.ac.th:81/e-learning47>

## การตอบสนองของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

คนและสัตว์มีกระดูกสันหลังมีระบบประสาทที่พัฒนามาก เซลล์ประสาทเกือบทั้งหมดรวมกันที่ส่วนหัว ขนาดใหญ่เจริญมาก เรียกว่า สมอง (Brain) เซลล์ประสาทยังรวมตัวกันยื่นออกจากสมองเป็นแนวยาวของลำตัวด้านหลัง เรียกว่า ไขสันหลัง (Spinal cord) ทั้งสมองและไขสันหลังทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการทำงานของระบบประสาทโดยมีเส้นประสาทแยกออกจากสมองและไขสันหลังเพื่อทำหน้าที่รับสัมผัสและตอบสนอง หน่วยย่อยที่สำคัญเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของเนื้อเยื่อประสาทมี้ทั้งเซลล์ที่ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณประสาทเรียกว่า ได้แก่ เซลล์ประสาท (Nerve cell) หรือนิวรอน (Neuron) และเซลล์ที่ทำหน้าที่อื่น ๆ เรียกว่า เซลล์ค้ำจุนประสาท (Neuroglia) สมองของสัตว์มีกระดูกสันหลังในช่วงเอมบริโอมีลักษณะคล้าย ๆ กัน คือส่วนของนิวรัลทิวบ์ (Neural tube) เป็นหลอดยาวที่พองออกเป็นส่วน ๆ เพียง 3 ส่วน ได้แก่ สมองส่วนหน้า (Forebrain) สมองส่วนกลาง (Midbrain) และสมองส่วนท้าย (Hindbrain) ต่อมาในระยะหลัง ๆ

ของเอมบริโอ สมองส่วนต่าง ๆ ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง แต่ละชนิดจะมีการพัฒนาแตกต่างกันออกไป การเจริญของสมองในระยะเอมบริโอมีการเปลี่ยนแปลงคล้ายกับขั้นตอนวิวัฒนาการของสัตว์มีกระดูกสันหลัง ตั้งแต่ขั้นต่ำ คือพวกปลา จนถึงพวกที่เจริญสูงสุด ซึ่งได้แก่สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม



ภาพที่ 5 ตำแหน่งสมอง ไขสันหลัง และเส้นประสาท

เข้าถึงได้จาก: <http://school.obec.go.thpadadscien32101BODY7BODY.html>

:: Note ::

- สัตว์พวกแรกที่เริ่มมีระบบประสาทที่แท้จริง คือ Cnidarian เรียก nerve net
- สิ่งมีชีวิตตั้งแต่พวกหนอนตัวแบนเป็นต้นไป จะมีการรวมกันของเซลล์ประสาท (Ganglion) ที่บริเวณหัว
- สิ่งมีชีวิตตั้งแต่พวกหนอนตัวกลมเป็นต้นไป จะมีการเรียงตัวของเส้นประสาทอยู่ทางด้านท้อง เรียก Ventral nerve cord
- ในแมลงมีการรวมกันของเซลล์ประสาท เรียก Ganglion ในแต่ละปล้องของลำตัว
- ในสัตว์มีกระดูกสันหลังจะมี Dorsal hollow nerve cord มาแทนที่ Ventral nerve cord

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก  
โรงเรียนระยองวิทยาคม**

คำชี้แจง: แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ก, ข, ค, ง จำนวน 30 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน  
ให้นักเรียนเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. เมื่อนักเรียนถูกน้ำร้อนลวกบริเวณมือ นักเรียนเกิดความรู้สึกร้อนเพราะเหตุใด
  - ก. ผิวหนังเป็นบริเวณของหน่วยรับความรู้สึก รอยแดงเกิดจากการถูกน้ำร้อนลวกเป็นการตอบสนองของร่างกาย
  - ข. ผิวหนังเป็นบริเวณที่เกิดการตอบสนอง รอยแดงที่เกิดการลวกเป็นหน่วยรับความรู้สึก
  - ค. ผิวหนังเป็นบริเวณที่มีเนื้อเยื่อหลายชั้น เมื่อโดนน้ำร้อนจึงเกิดรอยแดง
  - ง. ร่างกายมีผิวหนังปกคลุมบริเวณที่ถูกน้ำร้อนลวกจะมีรอยแดง
2. สิ่งมีชีวิตชนิดใดไม่มีเซลล์ประสาท และชนิดใดเป็นพวกแรกที่เริ่มมีเซลล์ประสาท
 

ก. แมงกะพรุน, แมลง	ข. อะมีบา, แมงกะพรุน
ค. กุ้ง, หมึก	ง. พลานาเรีย, ดอกไม้ทะเล
3. สิ่งมีชีวิตสามารถรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตหรือไม่อย่างไร
  - ก. ไม่มี เพราะไม่จำเป็นต้องมีการรับรู้และการตอบสนองก็สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้
  - ข. มี เพราะสิ่งมีชีวิตใช้การรับรู้และการตอบสนองในการเคลื่อนที่ เคลื่อนไหว
  - ค. มี เพราะทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถหาอาหาร เคลื่อนไหว หลบหลีกอันตรายได้
  - ง. มี เพราะร่างกายของสิ่งมีชีวิตสามารถแสดงออกทางพฤติกรรมที่หลากหลาย
4. จงเปรียบเทียบความแตกต่างของเส้นใยประสานงานของพารามีเทียม และระบบประสาทร่างแหของไฮดรา
  - ก. ควบคุมการโบกพัดของซิเลีย, มีเซลล์ประสาทต่อเนื่องกัน
  - ข. มีเซลล์ประสาทต่อเนื่องกัน, ควบคุมการโบกพัดของเทนทาเคิล
  - ค. ควบคุมการโบกพัดของแฟลกเจลลัม, ควบคุมการโบกพัดของซิเลีย
  - ง. ควบคุมการโบกพัดของแฟลกเจลลัม, มีตัวเซลล์ประสาท



5. ร่างกายสามารถส่งกระแสประสาทไปยังบริเวณกล้ามเนื้อแขน เซลล์ประสาทบริเวณนี้มีหน้าที่ และมีลักษณะอย่างไร

ก. เซลล์ประสาทรับความรู้สึก รับกระแสประสาทจากหน่วยรับความรู้สึกแล้วถ่ายทอดกระแสประสาทไปยังเซลล์สั่งการ

ข. มีใยประสาท (Nerve fiber) จำนวนมาก ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับรู้และการตอบสนอง

ค. แอ็กซอน (Axon) ทำงานเกี่ยวกับการรับส่งสัญญาณระหว่างสิ่งเร้าภายนอกกับภายในร่างกาย

ง. เซลล์ประสาทสั่งการ มีแอกซอนยาวกว่าเดนไดรต์ กระแสประสาทออกจากไซสันหลัง นำกระแสประสาทไปยังหน่วยปฏิบัติงาน

6. เซลล์ประสาทจำแนกตามหน้าที่ได้กี่ชนิด ได้แก่อะไรบ้าง

ก. มี 1 ชนิด คือ เซลล์ประสาทรับความรู้สึก

ข. มี 2 ชนิด คือ เซลล์ประสาทรับความรู้สึก และเซลล์ประสาทสั่งการ

ค. มี 3 ชนิด คือ เซลล์ประสาทรับความรู้สึก เซลล์ประสาทสั่งการ และเซลล์ประสาทประสานงาน

ง. มี 3 ชนิด คือ เซลล์ประสาทรับความรู้สึก เซลล์ประสาทสั่งการ และเซลล์ประสาทขั้วเดียว

7. เซลล์ประสาทจำแนกตามรูปร่างได้กี่ประเภท ได้แก่อะไรบ้าง

ก. มี 1 ประเภท คือ เซลล์ประสาทขั้วเดียว

ข. มี 2 ประเภท คือ เซลล์ประสาทขั้วเดียว และเซลล์ประสาทขั้วเดียวเทียม

ค. มี 3 ประเภท คือ เซลล์ประสาทขั้วเดียว เซลล์ประสาทสองขั้ว และเซลล์ประสาทขั้วเดียวเทียม

ง. มี 3 ประเภท คือ เซลล์ประสาทขั้วเดียว เซลล์ประสาทสองขั้ว และเซลล์ประสาทหลายขั้ว

8. ข้อใดอธิบายการเกิดเยื่อไมอีลินหุ้มได้ถูกต้อง

ก. เยื่อไมอีลินเกิดจากเซลล์ชวานน์ เกิดการม้วนตัวหลาย ๆ ครั้งหุ้มแอกซอน

ข. เยื่อไมอีลินเกิดในระยะเอ็มบริโอเซลล์ประสาทมีม้วนตัวหุ้มแอกซอน

ค. เยื่อไมอีลินหุ้มเกิดจากเซลล์ประสาทที่ส่งผ่านกระแสประสาท

ง. เยื่อไมอีลินหุ้มเป็นเซลล์ประสาทที่สร้างจากแอกซอน เดนไดรต์

9. หากเยื่อไมอีลินของเซลล์ประสาทถูกทำลาย จะทำให้เกิดโรคใด ควรมีวิธีการดูแลตนเองอย่างไร

ก. โรคอัมพาตของระบบประสาทส่วนกลาง ควรออกกำลังกาย พักผ่อนให้เพียงพอ

ข. โรคปลอกประสาทอักเสบ ควรออกกำลังกาย พักผ่อนให้เพียงพอ รับประทานอาหาร

ให้ถูกสุขลักษณะ และไม่เครียด

ค. โรคอัลไซเมอร์ ควรดูแลสุขภาพตัวเอง ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ รับประทานอาหาร

น้ำมันตับปลา

ง. โรคพาร์กินสัน ควรออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ ไม่รับประทานของทอด ของย่าง

10. synapse คืออะไร

ก. ประสาทเชื่อมโยง

ข. ประสาทรับความรู้สึก

ค. ช่องระหว่างรอยต่อของเซลล์ประสาท

ง. แขนงของประสาท

11. ข้อใดบอกประโยชน์ของการทดลองวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า เอ เอฟ ฮักซลีย์ และ เอ แอล

ฮอดจกิน

ก. ทำให้ทราบว่าเยื่อหุ้มเซลล์มีสมบัติกันประจุไฟฟ้าได้

ข. กระแสประสาทเคลื่อนที่ไปในใยประสาทได้ด้วยปฏิกิริยาทางไฟฟ้าเคมี ทำให้ทราบถึงการเคลื่อนที่ของเซลล์ประสาทในร่างกายมนุษย์

ค. ทราบถึงวิธีวัดกระแสประสาท และการเคลื่อนที่ของเซลล์ประสาทในร่างกายมนุษย์

ง. ทราบถึงกลไกการเกิดกระแสประสาท และการเคลื่อนที่ของเซลล์ประสาทในร่างกาย

มนุษย์

12. การนำกระแสประสาทผ่านแอกซอนเป็นดังข้อใด

ก. ระยะเวลาก่อนถูกกระตุ้น (Polarization) → ระยะเวลาเมื่อถูกกระตุ้น (Depolarization)

→ การกลับเข้าสู่สภาพปกติ (Repolarization)

ข. ระยะเวลาเมื่อถูกกระตุ้น (Depolarization) → ระยะเวลาก่อนถูกกระตุ้น (Polarization)

→ การกลับเข้าสู่สภาพปกติ (Repolarization)

ค. ระยะเวลาเมื่อถูกกระตุ้น (Depolarization) → การกลับเข้าสู่สภาพปกติ

→ (Repolarization) ระยะเวลาก่อนถูกกระตุ้น (Polarization)

ง. ระยะเวลาก่อนถูกกระตุ้น (Polarization) → ระยะเวลาก่อนถูกกระตุ้น (Polarization)

→ การกลับเข้าสู่สภาพปกติ (Repolarization)

13. ปัจจัยข้อใดที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท

- ก. ความยาวของแอกซอน เดนไดรต์ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง
- ข. ช่องว่างไซแนปส์ ระยะห่างระหว่างเดนไดรต์ และการมีหรือไม่มีเยื่อไมอีลิน
- ค. การมีหรือไม่มีเยื่อไมอีลิน ระยะห่าง Node of ranvier และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง
- ง. แขนงเดนไดรต์ ระยะห่าง Node of ranvier และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

14. ข้อใดอธิบายการถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างเซลล์ประสาทได้ถูกต้อง

- ก. กระแสประสาทส่งจากในดออปแวนเวียร์ของเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง ผ่าน

Synapse

ข. กระแสประสาทจากเยื่อไมอีลินเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งต้องผ่าน Synapse ที่จะหลังสารเคมีพวกสารสื่อประสาท เพื่อพากระแสประสาทให้ข้ามไปได้

ค. ส่งกระแสประสาทจาก Denarite เซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งต้องผ่าน Synapse โดยปลาย Denarite จะหลังสารเคมีพวกสารสื่อประสาท เพื่อพากระแสประสาทให้ข้ามไปได้

ง. ส่งกระแสประสาทจาก Axon เซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งต้องผ่าน Synapse ที่ปลาย axon หลังสารเคมีพวกสารสื่อประสาทนำพากระแสประสาท

15. ภายในระหว่างเยื่อหุ้มสมองชั้นกลางกับเยื่อหุ้มสมองชั้นใน เป็นที่อยู่ของอะไร ซึ่งมีทำหน้าที่

- ก. เป็นที่อยู่ของแอกซอน ทำหน้าที่สร้างสารสื่อประสาทให้กับเซลล์
- ข. เป็นที่อยู่ของเยื่อเมนิงจิส (Meninges) ทำหน้าที่สลายสารสื่อประสาทภายในเซลล์
- ค. เป็นที่อยู่ของน้ำเลี้ยงสมองและไขสันหลัง (Cerebrospinal fluid) หน้าที่นำออกซิเจนและสารอาหารมาหล่อเลี้ยงเซลล์ประสาทและนำของเสียออกจากเซลล์

ง. เป็นที่อยู่ของน้ำเลี้ยงสมองและไขสันหลัง (Cerebrospinal fluid) ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้สมองกระทบกระเทือน

16. การขับซีโรดักกันยอนต์ ในปัจจุบันมีการรณรงค์ให้ผู้ขับซีโรดักกันยอนต์สวมหมวกกันน็อก นักเรียนคิดว่าการสวมหมวกกันน็อกมีความสำคัญอย่างไร

ก. มีความสำคัญอย่างมาก เพราะหมวกกันน็อกจะช่วยปกป้องสมองทั้ง 3 ส่วนของเราไม่ให้ได้รับการกระทบกระเทือนหากเกิดอุบัติเหตุ

ข. มีความสำคัญอย่างมาก เพราะหมวกกันน็อกจะช่วยปกป้องสมอง ส่วนหน้าของเราไม่ให้ได้รับการกระทบกระเทือนหากเกิดอุบัติเหตุ

ค. มีความสำคัญอย่างมาก เพราะหมวกกันน็อกจะช่วยปกป้องสมอง ส่วนกลางของเราไม่ให้ได้รับการกระทบกระเทือนหากเกิดอุบัติเหตุ

ง. มีความสำคัญอย่างมาก เพราะหมวกกันน็อคจะช่วยปกป้องสมอง ส่วนกลางของเราไม่ให้ได้รับการกระทบกระเทือนหากเกิดอุบัติเหตุ

17. เส้นประสาทสมองคู่ที่ 2 และคู่ที่ 9 มีชื่อว่าอะไร ทำหน้าที่อะไร

ก. คู่ที่ 2 Olfactory nerve ทำหน้าที่รับความรู้สึกเกี่ยวกับการดมกลิ่น และคู่ที่ 9 Glossopharyngeal nerve รับความรู้สึกและนำคำสั่งไปยังเมือกในคอหอย ต่อมรับรส ต่อมทอนซิล เอพิกลอตทิส

ข. คู่ที่ 2 Optic nerve ทำหน้าที่รับความรู้สึกจากตาส่งกระแสประสาทเข้าสมอง และคู่ที่ 9 Glossopharyngeal nerve รับความรู้สึกและนำคำสั่งไปยังเมือกในคอหอย ต่อมรับรส ต่อมทอนซิล เอพิกลอตทิส

ค. คู่ที่ 2 Optic nerve ทำหน้าที่รับความรู้สึกจากตาส่งกระแสประสาทเข้าสมอง และคู่ที่ 9 Olfactory nerve ทำหน้าที่รับความรู้สึกเกี่ยวกับการดมกลิ่น

ง. คู่ที่ 2 Glossopharyngeal nerve รับความรู้สึกและนำคำสั่งไปยังเมือกในคอหอย ต่อมรับรส ต่อมทอนซิล เอพิกลอตทิส และคู่ที่ 9 Optic nerve ทำหน้าที่รับความรู้สึกจากตาส่งกระแสประสาทเข้าสมอง

18. เพราะเหตุใด การฉีดยาเข้าไขสันหลังบริเวณที่ต่ำกว่ากระดูกสันหลังบริเวณเอวข้อที่ 2 จึงไม่เป็นอันตราย

ก. เพราะกระดูกสันหลังบริเวณเอวข้อที่ 2 ลงมาเป็นบริเวณที่มีตัวเซลล์ประสาท ไม่มีเส้นใยประสาท

ข. เพราะกระดูกสันหลังบริเวณเอวข้อที่ 2 ลงมาเป็นบริเวณที่ไม่มีตัวเซลล์ประสาท มีแต่เส้นใยประสาท

ค. เพราะกระดูกสันหลังบริเวณเอวข้อที่ 2 ลงมาเป็นบริเวณที่ตัวเซลล์ประสาทเป็นจำนวนมาก

ง. เพราะกระดูกสันหลังบริเวณเอวข้อที่ 2 ลงมาเป็นบริเวณที่ตัวเซลล์ประสาทและเส้นใยประสาทจำนวนมาก

19. ข้อใดอธิบายทิศทางของกระแสประสาทที่เข้าและออกจากไขสันหลังได้ถูกต้อง

ก. หน่วยรับความรู้สึก (Receptor) จะส่งกระแสประสาทเข้าสู่ไขสันหลังทางรากล่างของเส้นประสาทไขสันหลังและส่งกระแสประสาทนำคำสั่งออกมาทางรากบนของเส้นประสาทไขสันหลังไปยังหน่วยปฏิบัติงาน (Effector)

ข. หน่วยปฏิบัติงาน (Effector) จะส่งกระแสประสาทเข้าสู่ไขสันหลังทางรากล่างของเส้นประสาทไขสันหลังและส่งกระแสประสาทนำคำสั่งออกมาทางรากล่างของเส้นประสาทไขสันหลังไปยังหน่วยรับความรู้สึก (Receptor)

ค. หน่วยปฏิบัติงาน (Effector) จะส่งกระแสประสาทเข้าสู่ไขสันหลังทางรากบนของเส้นประสาทไขสันหลังและส่งกระแสประสาทนำคำสั่งออกมาทางรากล่างของเส้นประสาทไขสันหลังไปยังหน่วยรับความรู้สึก (receptor)

ง. หน่วยรับความรู้สึก (Receptor) ส่งกระแสประสาทเข้าสู่ไขสันหลังทางรากบนของเส้นประสาทไขสันหลังและส่งกระแสประสาทนำคำสั่งออกมาทางรากล่างของเส้นประสาทไขสันหลังไปยังหน่วยปฏิบัติงาน (Effector)

20. เมื่อนักเรียนเดินไปเหยียบก้อนบุหรี่ปัก แล้วนักเรียนกระตุกเท้าหนี การกระทำแบบนี้อยู่ภายใต้ระบบประสาทใด

ก. Autonomic nervous system

ข. Somatic nervous system

ค. Sympathetic nervous system

ง. Parasympathetic nervous system

21. ประสาทอัตโนมัติมีผลต่อการดำรงชีวิตของนักเรียนอย่างไร

ก. ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อลาย ทำให้หัวใจบีบตัวคลายตัวได้ตลอดเวลา

ข. ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อลาย กระตุ้นให้กระเพาะปัสสาวะคลายตัวขับปัสสาวะออกมา

ปัสสาวะออกมา

ค. ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อเรียบ ทำให้กล้ามเนื้อบริเวณขากระตุ้นเมื่อได้รับอันตราย

อันตราย

ง. ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อเรียบ ทำให้หัวใจบีบตัวคลายตัวได้ตลอดเวลา

22. ข้อใดคือ หน่วยปฏิบัติงาน ของระบบประสาทซิมมาติก และระบบประสาทอัตโนมัติ

ก. สมอง, กล้ามเนื้อโครงร่าง

ข. สมอง, กล้ามเนื้อเรียบ

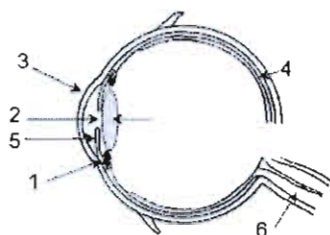
ค. กล้ามเนื้อโครงร่าง, กล้ามเนื้อเรียบ กล้ามเนื้อหัวใจ

ง. กล้ามเนื้อโครงร่าง, กล้ามเนื้อลาย

23. ในขณะที่เรานอนหลับหัวใจสามารถบีบตัว เพื่อส่งเลือดไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกายได้ และการที่ร่างกายของเราจามออกมาอย่างรุนแรง เมื่อมีสิ่งแปลกปลอมเข้าไปทางลมหายใจ พฤติกรรมที่แสดงออกทั้ง 2 รูปแบบเกี่ยวข้องกับระบบประสาทใด

- ก. ระบบประสาทส่วนกลาง, ระบบประสาทซิมพาเทติก
- ข. ระบบประสาทส่วนกลาง, ระบบประสาทซิมพาเทติก
- ค. ระบบประสาทอัตโนมัติ, ระบบประสาทชนิดซิมมาติก
- ง. ระบบประสาทชนิดพาราซิมพาเทติก, ระบบประสาทชนิดซิมมาติก

24. แผนภาพนัยน์ตาคน ถ้าแสงผ่านเข้าสู่ตาจะเกิดกระแสประสาท (Impulse) ที่ทำให้เกิด Reflex ของม่านตา (Pupil) ข้อใดแสดง Pathway ของ Pupil reflex



- ก. จาก 1 ไป CNS และจาก CNS ไป 2
- ข. จาก 3 ไป CNS และจาก CNS ไป 3
- ค. จาก 1 ไป CNS และจาก CNS ไป 2
- ง. จาก 4 ไป CNS และจาก CNS ไป 3

25. สภากาชาดไทยรับบริจาคดวงตา เพื่อนำมาเปลี่ยนให้กับคนพิการ การเปลี่ยนดวงตานี้ ที่จริงเป็นการเปลี่ยนอะไร

- ก. กระจกตา (Cornea) ข. เลนส์ (Lens) ค. เรตินา (Retina) ง. ดวงตาทั้งดวง (Eye)

26. เพราะเหตุใด ในเวลากลางวันตาของเราสามารถแยกสีได้ดีกว่าเวลากลางคืน

- ก. กลางวันมีความเข้มข้นแสงปานกลาง เซลล์รูปกรวยทำงานได้ดี จึงแยกสีได้ดีกว่า
- ข. กลางวันมีความเข้มข้นแสงมาก เซลล์รูปกรวยทำงานได้ไม่ดี จึงแยกสีได้ดีกว่า
- ค. กลางวันมีความเข้มข้นแสงน้อยกว่า เซลล์รูปกรวยทำงานได้ดีจึงแยกสีได้ดีกว่า
- ง. กลางวันมีความเข้มข้นแสงมาก เซลล์รูปกรวยทำงานได้ดี จึงแยกสีได้ดีกว่า

27. ข้อใดบอกโครงสร้างของหู การรับคลื่น และการรับรสของลิ้นได้ถูกต้อง

- ก. กระดูกทั้ง, ออลแฟกทอรีบัลล์, คอคเคเลีย ข. กระดูกทั้ง, ออลแฟกทอรีบัลล์, พาพิลา
- ค. เยื่อบุผิวจุก, ออลแฟกทอรีบัลล์, พาพิลา ง. ออลแฟกทอรีบัลล์, พาพิลา, ตุ่มรับรส

28. ในช่วงที่นักเรียนเป็นหวัด จะรับประทานอาหารไม่อร่อย เพราะเหตุใด

- ก. ตุ่มรับรสไม่สามารถรับได้ เซลล์รับกลิ่นทำงานรับกลิ่นได้ไม่เต็มที่
- ข. เยื่อบุจมูก ถูกทำลายหรือถูกเมือกคลุมไว้ ทำให้รับกลิ่นได้ไม่เต็มที่
- ค. จุกจมูก ถูกขี้มูกปกคลุมไว้ ทำให้รับกลิ่นได้ไม่เต็มที่
- ง. เซลล์รับกลิ่นทำงานรับกลิ่นได้เต็มที่

29. ผิวหนังมีอวัยวะสำหรับรับความรู้สึกได้หลายชนิด ได้แก่อะไรบ้าง

ก. แรงกด, ความรู้สึก, ความชอบ, ความเผ็ด

ข. แรงกด, ความร้อน, ความชอบ, ความเผ็ด

ค. แรงกด, ความร้อน, ความชอบ, ความเจ็บ

ง. แรงกด, ความร้อน, ความเย็น, ความเจ็บ

30. การที่ร่างกายของเรามีหน่วยรับความรู้สึกเจ็บปวด มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตอย่างไร

ก. ร่างกายสามารถหลีกเลี่ยงบริเวณที่เกิดความเจ็บปวดหรือเกิดอันตรายได้

ข. ร่างกายรู้ว่าบริเวณไหนเป็นหน่วยรับความรู้สึก

ค. ร่างกายมีความปรับสมดุลให้ทนต่อความเจ็บปวดได้

ง. ร่างกายมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมากขึ้น

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก จำนวน 30 ข้อ

+++++

- |       |       |
|-------|-------|
| 1. ก  | 16. ก |
| 2. ข  | 17. ข |
| 3. ค  | 18. ข |
| 4. ก  | 19. ง |
| 5. ง  | 20. ข |
| 6. ค  | 21. ง |
| 7. ง  | 22. ค |
| 8. ก  | 23. ค |
| 9. ข  | 24. ค |
| 10. ค | 25. ก |
| 11. ข | 26. ง |
| 12. ก | 27. ข |
| 13. ค | 28. ข |
| 14. ง | 29. ง |
| 15. ค | 30. ก |



**แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์**  
**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม**

**คำชี้แจง:** แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ก, ข, ค, ง จำนวน 30 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน  
 ให้นักเรียนเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

**คำชี้แจง :** อ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ (1-3)

"ผู้ป่วยโรคท้องร่วงจำนวนมาก ส่วนใหญ่อยู่ในเขตเทศบาลและตลาดสด ซึ่งเป็นแหล่งพาหะนำโรคและแหล่งเพาะเชื้อโรคที่สำคัญ ทางสาธารณสุขพยายามแก้ปัญหา โดยการชี้แจงให้ประชาชนรู้จักการป้องกันตนเอง โดยเลือกรับประทานอาหารที่สะอาด ถูกสุขลักษณะ และสำหรับผู้ป่วยโรคท้องร่วงที่เข้ารับการรักษาใน เมื่อแพทย์ตรวจพบว่าไม่มีเชื้อโรคท้องร่วง ก็ควรอยู่โรงพยาบาลต่ออีกเพื่อรอให้แพทย์ตรวจซ้ำให้ครบ 3 ครั้ง จนแน่ใจว่าไม่มีโรคท้องร่วงอยู่ในร่างกายแล้วจึงกลับบ้านได้"

1. ข้อความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่ออะไร
  - ก. แนะนำวิธีใช้การรักษาโรค
  - ข. ชักชวนให้ใช้รับประทานอาหารที่สะอาด
  - ค. บอกถึงสาเหตุ และวิธีป้องกันตนเอง
  - ง. บอกถึงความสกปรกของตลาดสด
2. จากข้อความด้านบน อะไรคือสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคท้องร่วง
  - ก. เขตเทศบาลและตลาดสดไม่สะอาด
  - ข. สาธารณะสุข มีระบบการรักษาไม่ดี
  - ค. การรับประทานอาหารที่ไม่สะอาด ไม่ถูกสุขลักษณะ
  - ง. ผู้ป่วยไม่ทานยารักษาโรค
3. จากข้อความนี้ ผู้ป่วยควรมีวิธีป้องกันตัว อย่างไรเพื่อไม่ให้เป็นโรคท้องร่วงอีก
  - ก. รับประทานอาหารที่สะอาด ถูกสุขลักษณะ
  - ข. ไม่รับประทานอาหารเขตเทศบาลและตลาดสด
  - ค. รับประทานลาบสุก ๆ ดิบ ๆ
  - ง. ไม่รับประทานอาหารเลย

คำชี้แจง : อ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ (4-6)

ลุงเจียมบ้านอยู่จังหวัดอยุธยา มีอาชีพเป็นชาวนา นาน้ำนุงเจียมจะปลูกข้าวหอมมะลิ ได้ผลผลิตดีและราคาดี เมื่อลุงแหวนมาเที่ยวบ้านลุงเจียม เห็นบ้านลุงเจียมปลูกข้าวหอมได้ผลผลิตและราคาดี ลุงแหวนเลยขอพันธุ์ข้าวหอมมะลิของลุงเจียม เพื่อไปปลูกที่บ้านตัวเองที่อยู่ใกล้ชายทะเล แต่เมื่อนำพันธุ์ข้าวไปปลูก เมล็ดข้าวกลับไม่เจริญงอกงามเหมือนบ้านของลุงเจียม ลุงแหวนจึงไปนำดินไปตรวจสอบที่เกษตรอำเภอ เมื่อตรวจพบว่าดินบ้านลุงแหวนมีค่าความเค็มที่สูงเกินไปไม่เหมาะสมกับการปลูกข้าวทุกสายพันธุ์

4. ข้อความนี้มีวัตถุประสงค์ต้องการบอกถึงอะไร

- ก. ปลูกข้าวหอมมะลิได้ผลผลิตดีและราคาดี
- ข. ดินที่มีค่าความเค็มสูงเป็นสาเหตุให้เมล็ดข้าวไม่เจริญงอกงาม
- ค. บอกถึงไม่เหมาะสมกับการปลูกข้าวทุกสายพันธุ์
- ง. จังหวัดอยุธยา มีอาชีพเป็นชาวนา

5. จากข้อความด้านบน หากลุงแหวนเปลี่ยนพันธุ์ข้าวหอมมะลิจะเป็นอย่างไร

- ก. พันธุ์ข้าวที่นำมาปลูกใหม่ จะไม่เจริญงอกงามเนื่องจากดินมีค่าความเค็มที่สูง
- ข. พันธุ์ข้าวที่นำมาปลูกใหม่ จะเจริญงอกงามเนื่องจากดินมีค่าความเค็มที่สูง
- ค. พันธุ์ข้าวที่นำมาปลูกใหม่ ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ขึ้น
- ง. พันธุ์ข้าวที่นำมาปลูกใหม่ จะเจริญงอกงามได้ดีกว่าบ้านลุงเจียม

6. จากข้อความนี้ ลุงแหวนควรแก้ไขปัญหาคือ เพื่อให้ที่ดินปลูกข้าวได้อย่างไร

- ก. ควรเปลี่ยนไปปลูกข้าวที่บ้านลุงเจียมแทน
- ข. ควรทำการปรับปรุง บำรุงดินให้มีความสมบูรณ์ของดินใกล้เคียงกับบ้านลุงเจียม
- ค. ควรให้เปลี่ยนพันธุ์ข้าวหอมมะลิ
- ง. ควรไปขนดินที่บ้านลุงเจียมมาถมแทนที่ดินเค็ม

คำชี้แจง : อ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ (7-9)

มิลเป็นคนรักป่าไม้ เขาต้องการจะพิสูจน์ให้ทุกคนเห็นว่าป่าไม้นั้นมีความสำคัญ และมีส่วนช่วยในการกักเก็บน้ำไว้ในดิน เพื่อลดการทำลายและชะล้างหน้าดิน ในการทดลองเขาจึงทดลองปลูกต้นไม้ชนิดเดียวกัน ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์เหมือนกัน

โดยในกระถางที่ 1 ปลูกต้นไม้ให้มีปริมาณหนาแน่นเต็มกระถาง

กระถางที่ 2 ปลูกต้นไม้ให้มีปริมาณหนาแน่นปานกลางกระถาง

กระถางที่ 3 ปลูกต้นไม้ให้มีปริมาณหนาแน่นน้อยกระถาง

ทำการดูแลรดน้ำเพื่อให้ต้นไม้เจริญเติบโต แล้วทิ้งไว้ประมาณ 2 สัปดาห์ เมื่อถึงสัปดาห์ที่ 3 รดน้ำตามปกติจากนั้น จะระบุบริเวณกันกระถาง เพื่อสังเกตสีและปริมาณของน้ำ

ผลการทดลองพบว่า

ในกระถางที่ 1 มีปริมาณน้ำที่ไหลออกมาน้อย น้ำมีความใสมาก

ในกระถางที่ 2 มีปริมาณน้ำที่ไหลออกมาปานกลาง น้ำมีความขุ่นเล็กน้อย

ในกระถางที่ 3 มีปริมาณน้ำที่ไหลออกมามาก น้ำมีความขุ่นมาก

7. ข้อความนี้มีวัตถุประสงค์ต้องการบอกถึงอะไร

ก. ป่าไม้นั้นมีส่วนช่วยในการกักเก็บน้ำไว้ในดิน ลดการทำลายและชะล้างหน้าดิน

ข. ในกระถางที่ 3 มีปริมาณน้ำที่ไหลออกมามาก น้ำมีความขุ่นมาก

ค. มิลเป็นคนรักป่าไม้ ชอบปลูกต้นไม้ในกระถาง

ง. ในดินมีความอุดมสมบูรณ์ ปลูกต้นไม้ให้มีปริมาณหนาแน่น

8. การทดลองของมิลสามารถนำสะท้อนถึงสถานการณ์ป่าไม้ของประเทศไทยได้อย่างไร

ก. ป่าไม้ของประเทศไทยมีความอุดมสมบูรณ์เหมือนกระถางที่ 1

ข. ป่าไม้ของประเทศไทยถูกทำลายทำให้ป่าไม้ไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ในดิน เกิดการทำลายและชะล้างหน้าดิน กลายเป็นน้ำป่าไหลหลาก

ค. ป่าไม้ของประเทศไทยถูกบุกรุกทำลายมากขึ้น

ง. ป่าไม้ของประเทศไทยถูกทำลาย ทำให้สัตว์ป่าไม่มีที่อยู่อาศัย

9. หากเราไม่ยอมให้ป่าไม้ของประเทศไทยเป็นเหมือนการทดลองในกระถางที่ 3 เราควรทำอย่างไร

ก. เราควรช่วยกันดูแลรักษา และอนุรักษ์ป่าไม้ให้มีความอุดมสมบูรณ์

ข. เราควรปลูกต้นไม้ที่บ้านของเรา เพื่อช่วยรักษาป่าไม้

- ค. ไม่ควรเที่ยวในป่าไม้เพราะอาจจะทำลายป่าไม้ได้  
 ง. ควรช่วยกันใส่ปุ๋ยและทำฝนเทียมเพื่อให้ต้นไม้เจริญเติบโต

คำชี้แจง : อ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ (10-12)

ปัจจุบันนี้ถ้าน้ำจะท่วมขึ้นมา ก็เพราะฝีมือมนุษย์พวกเรานั่นเองเป็นผู้กระทำ เพราะมนุษย์ปล่อยก๊าซบางชนิด เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คลอโรฟลูออโรคาร์บอน(ซีเอฟซี) ไนโตรเจนออกไซด์ เข้าสู่สิ่งแวดล้อมมากเกินไป ก๊าซเหล่านี้เป็นสาเหตุให้บรรยากาศห่อหุ้มโลกร้อนขึ้นทำให้น้ำแข็งขั้วโลกละลาย น้ำทะเลสูงขึ้นเมื่อน้ำทะเลสูงขึ้นเรื่อย ๆ ก็จะทำให้เกิดน้ำท่วมในสวนต่าง ๆ ของโลกซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายแก่สิ่งมีชีวิตอย่างมหาศาลเลยทีเดียว

10. ข้อความนี้มีวัตถุประสงค์ต้องการบอกถึงอะไร

- ก. มนุษย์ปล่อยก๊าซบางชนิด  
 ข. มนุษย์สาเหตุของน้ำท่วมโลก  
 ค. ก๊าซเป็นสาเหตุให้บรรยากาศห่อหุ้มโลกร้อน  
 ง. ความเสียหายแก่สิ่งมีชีวิตอย่างมหาศาล

11. จากข้อความด้านบน อะไรเป็นสาเหตุบรรยากาศห่อหุ้มโลกร้อน

- ก. น้ำแข็งขั้วโลกละลาย น้ำทะเลสูงขึ้น  
 ข. มนุษย์พวกเรานั่นเองเป็นผู้กระทำให้เกิดความเสียหาย  
 ค. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (ซีเอฟซี) ไนโตรเจนออกไซด์ เป็นสาเหตุให้บรรยากาศห่อหุ้มโลกร้อน

ง. น้ำทะเลสูงขึ้นเรื่อย ๆ ก็จะทำให้เกิดน้ำท่วม

12. เราควรจะทำอย่างไรป้องกันไม่ให้เกิดน้ำท่วมโลกได้อย่างไร

- ก. ควรปลูกต้นไม้ค่อยดูดซับน้ำท่วม  
 ข. มนุษย์ปล่อยก๊าซบางชนิด เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คลอโรฟลูออโรคาร์บอน(ซีเอฟซี) ไนโตรเจนออกไซด์

ค. มนุษย์ควรรักษาน้ำแข็งขั้วโลก และน้ำทะเล

ง. ควรจัดตั้งศูนย์ป้องกันภัยจากน้ำท่วม



17. คำกล่าวใดไม่สอดคล้องกับสถานการณ์นี้

- ก. นกนางนวลสามารถดื่มน้ำทะเลได้เพราะมีต่อมพิเศษสำหรับขับเกลือ
- ข. นกทะเลและสัตว์เลื้อยคลานมีต่อมพิเศษสำหรับขับเกลือจึงดื่มน้ำทะเลได้
- ค. เกลือสะสมอยู่ในร่างกายถูกกำจัดออกมากับน้ำปัสสาวะ
- ง. นกทุกชนิดสามารถดื่มน้ำทะเลได้เพราะมีต่อมพิเศษสำหรับขับเกลือ

18. นกทะเลและสัตว์เลื้อยคลานหลายชนิด สามารถดื่มน้ำทะเลได้อย่างไร

- ก. สามารถดื่มน้ำทะเลได้ถึง 10 % ของน้ำหนักตัว
- ข. สามารถกำจัดเกลือที่มีมากเกินไปภายในไปได้ภายในเวลา 3 ชั่วโมง
- ค. มีต่อมพิเศษสำหรับขับเกลือออกจากร่างกาย
- ง. กำจัดออกมากับน้ำปัสสาวะ

คำชี้แจง : อ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ (19-20)

คนเราทำไมจึงไม่สามารถกินอาหาร เหมือนวัว ควาย และม้า ที่แต่กินหญ้า กินฟาง และพืชบางชนิดเป็นอาหารได้ เนื่องจากส่วนประกอบหลักของหญ้า และฟาง คือแป้งและเซลลูโลสเป็นสายยาว ๆ ของน้ำตาลกลูโคส การย่อยแป้งและเซลลูโลสต้องอาศัยน้ำย่อยหรือเอนไซม์ ซึ่งเป็นโปรตีนชนิดพิเศษ น้ำย่อยของคนเราย่อยได้เฉพาะแป้งเท่านั้น ทั้งนี้เพราะการทำงานของน้ำย่อยต้องขึ้นกับรูปร่างของโมเลกุลของสารที่ย่อยด้วย หากสารมีโมเลกุลที่รูปร่างเหมาะสมกับน้ำย่อยจึงจะย่อยได้ ส่วนแป้งและเซลลูโลสโมเลกุลต่างกัน น้ำย่อยสำหรับย่อยแป้งจึงไม่อาจย่อยเซลลูโลสได้

สัตว์ที่กินหญ้า ฟางและพืชบางชนิดเป็นอาหารก็ย่อยเซลลูโลสไม่ได้เช่นกัน แต่ในทางเดินอาหารของสัตว์เหล่านี้มีจุลินทรีย์ที่สามารถสร้างน้ำย่อยออกมาย่อยเซลลูโลสให้แตกตัวเป็นกลูโคสได้ สัตว์จึงได้กลูโคสจากการย่อยของจุลินทรีย์เป็นอาหาร ซึ่งในคนเราไม่มีจุลินทรีย์ที่สามารถสร้างน้ำย่อยออกมาย่อยเซลลูโลสได้

19. ควรตั้งชื่อเรื่องของข้อความต่อไปนี้ว่าอย่างไร

- ก. สัตว์ที่กินหญ้า ฟางและพืชบางชนิดเป็นอาหาร
- ข. คนเราทำไมจึงกินหญ้าไม่ได้
- ค. แป้งและเซลลูโลสโมเลกุลต่างกัน
- ง. วัว ควาย และม้า กินหญ้า กินฟาง และพืชบางชนิดเป็นอาหารได้

20. คำกล่าวใดสอดคล้องกับสถานการณ์นี้

- ก. น้ำย่อยของคนเราย่อยได้เฉพาะอาหารเท่านั้น
- ข. วัว ควาย และม้า กินหญ้า กินฟาง และสาหร่ายเป็นอาหารได้
- ค. ทางเดินอาหารของวัวมีจุลินทรีย์ที่สร้างน้ำย่อยออกมาย่อยเซลลูโลสให้แตกตัวได้
- ง. สัตว์ที่กินหญ้า ฟางและพืชบางชนิดเป็นอาหารก็ย่อยเซลลูโลสไม่ได้

21. วัว ควาย และม้า สามารถย่อยอาหารจำพวกหญ้าได้อย่างไร

- ก. สัตว์ที่กินหญ้า ฟางและพืชบางชนิดเป็นอาหารก็ย่อยเซลลูโลสได้
- ข. แป้งและเซลลูโลสโมเลกุลต่างกัน
- ค. ในทางเดินอาหารของสัตว์เหล่านี้มีจุลินทรีย์ที่สามารถสร้างน้ำย่อยออกมาย่อย

เซลลูโลสให้แตกตัวเป็นกลูโคสได้

- ง. ส่วนประกอบหลักของหญ้า และฟาง คือแป้งและเซลลูโลส

คำชี้แจง : อ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ (22-24)

เวลาเรามองดูรังกินน้ำ เคยคิดใหม่ว่ารังกินน้ำมีรูปร่างที่แท้จริงเป็นอย่างไร เมื่อแสงแดดกระทบละอองน้ำจะหักเหออกมาเป็นแสง 7 สี อย่างที่เรารู้กันอยู่นั้นรังจะมีรูปร่างเป็นวงกลม ขณะที่เราเฝ้ามองที่พื้นแสงที่หักเหเข้าสู่ตาเราจะมีลักษณะเป็นรูปกรวย โดยมีตาของเราเป็นจุดยอดของกรวยและมีตัวรังกินน้ำเป็นเส้นรอบวงของฐานกรวยคือสีแดง ทิศทางของแสงที่หักเหเข้าสู่ตาทำมุม 42 องศา กับแสงอาทิตย์ ที่ตกกระทบละอองน้ำพอดี ส่วนแสงอื่น ๆ จะอยู่ถัดจากสีแดงเข้าไป ภายในมุมก็จะน้อยลงไปตามลำดับถ้าอย่างนั้น การที่เราเห็นรังเป็นวงกลม ถ้าเราขึ้นไปดูรังบนอากาศอย่างเช่นในเครื่องบิน การที่เราอยู่บนอากาศละอองน้ำทั้งที่อยู่เหนือและใต้ตัวเราจะช่วยกันหักเหแสงให้เราเห็นรังเป็นวงกลมได้ แต่ตอนที่เรายืนบนพื้นดินมีละอองน้ำส่วนเหนือเราเท่านั้นที่หักเหแสง เราจึงเห็นรังเป็นเส้นโค้งเท่านั้น

22. ควรตั้งชื่อเรื่องของข้อความต่อไปนี้ว่าอย่างไร

- ก. ทิศทางของแสงที่หักเห
- ข. รังกินน้ำมี 7 สี
- ค. การที่เราเห็นรังเป็นวงกลม
- ง. รูปร่างที่แท้จริงของรังกินน้ำ

23. คำกล่าวใดสอดคล้องกับสถานการณ์นี้

- ก. แสงแดดกระทบละอองน้ำจะหักเหออกมาเป็นแสง 7 สี
- ข. เราจึงเห็นรังเป็นเส้นโค้งเท่านั้น

ค. ทิศทางของแสงที่หักเหเข้าสู่ตาทำมุม 42 องศา กับแสงอาทิตย์

ง. การดูรุ้งบนอากาศอย่างเช่นในเครื่องบินการหักเหแสงทำให้เราเห็นรุ้งเป็นวงกลมได้

24. หากเราต้องการเห็นรุ้งเป็นวงกลมต้องทำอย่างไร

ก. เราอยู่บนพื้นดินมีละอองน้ำส่วนเหนือเราเท่านั้นที่หักเหแสง เราจึงเห็นรุ้งเป็นวงกลมเท่านั้น

ข. เราขึ้นไปดูรุ้งบนอากาศอย่างเช่นในเครื่องบิน การที่เราอยู่บนอากาศละอองน้ำทั้งที่อยู่เหนือและใต้ตัวเราจะช่วยกันหักเหแสงให้เราเห็นรุ้งเป็นวงกลมได้

ค. ขณะที่เรายืนอยู่ที่พื้นแสงที่หักเหเข้าสู่ตาเราจะมีลักษณะเป็นรูปกรวย โดยมีตาของเราเป็นจุดยอดของกรวย

ง. ยืนในทิศทางของแสงที่หักเหเข้าสู่ตาทำมุม 42 องศา กับแสงอาทิตย์

คำชี้แจง : อ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ (25-27)

นักชีววิทยาชาวอเมริกันได้ค้นพบความลับของวงจรชีวิตของจระเข้แอลิเกเตอร์ สามารถกำหนดเพศของลูกน้อยได้ด้วยอุณหภูมิเพียงอย่างเดียว หากไข่ของมันถูกเก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 86 องศาฟาเรนไฮต์ ในระหว่างสัปดาห์ที่ 2 และ 3 ของการฟักไข่ ไข่เหล่านี้จะฟักออกเป็นตัวเมียทั้งหมด และถูกเก็บไว้ในที่อุณหภูมิสูงกว่า 94 องศาฟาเรนไฮต์ จะฟักออกมาเป็นตัวผู้ทั้งหมด ส่วนไข่ที่เก็บไว้ในที่อุณหภูมิระหว่าง 86-94 องศาฟาเรนไฮต์ จะฟักตัวเป็นตัวผู้และตัวเมีย นักวิทยาศาสตร์อธิบายว่า ขณะที่อุณหภูมิสูงนั้นตัวอ่อนจะใช้ไข่แดงไปอย่างรวดเร็วจนเหลืออาหารไม่เพียงพอต่อการพัฒนาไข่เป็นตัวเมีย

25. ควรตั้งชื่อเรื่องของข้อความต่อไปนี้ว่าอย่างไร

ก. อุณหภูมิกำหนดเพศ                      ข. ค้นพบความลับของวงจรชีวิตของจระเข้

ค. จระเข้แอลิเกเตอร์                      ง. นักชีววิทยาชาวอเมริกัน

26. คำกล่าวใดสอดคล้องกับสถานการณ์นี้

ก. เก็บไข่ไว้ในที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 86 องศาฟาเรนไฮต์ฟักออกเป็นตัวเมีย

ข. เก็บไข่ไว้ในที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 86 องศาฟาเรนไฮต์ฟักออกเป็นตัวผู้

ค. สามารถกำหนดเพศของลูกในท้องได้

ง. ไข่ที่เก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำกว่า 86-94 องศาฟาเรนไฮต์ จะฟักตัวเป็นกะเทย

27. หากเราต้องการกำหนดให้ลูกจระเข้ให้มีเพศผู้หรือเพศเมียเท่า ๆ กันต้องทำอย่างไร

ก. เก็บไข่ไว้ในที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 86 องศาฟาเรนไฮต์ฟักออกเป็นตัวผู้



- ข. เก็บไข่จะใช้เวลาประมาณที่ 2 และ 3 สัปดาห์
- ค. ควรไข่ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิระหว่าง 86-94 องศาฟาเรนไฮต์
- ง. อุณหภูมิสูงนั้นตัวอ่อนจะไข่ไข่แดงไปอย่างรวดเร็ว

คำชี้แจง : อ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ (28-30)

หากมีบาดแผลฉกรรจ์ของหลอดเลือดฉีกขาด ทันใดนั้นร่างกายของเราจะเริ่มซ่อมแซมบาดแผลที่เกิดขึ้นทันที เนื่องจากเพลตเลตจะเคลื่อนที่มายังบริเวณที่หลอดเลือดฉีกขาดนี้ และจะปล่อยสารที่ดึงดูดเพลตเลตมารวมตัวกันอุดแผล เซลล์ที่ชำระ เพลตเลต วิตามิน K แคลเซียม ฯลฯ จะกระตุ้นให้ โพรทรอมบิน (Prothrombin) ในพลาสมา เปลี่ยนเป็นทรอมบิน (Thrombin) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เปลี่ยน ไฟบริโนเจน (Fibrinogen) ในพลาสมาให้เป็นไฟบริน (Fibrin) สารกันเป็นร่างแหโปรตีนโดยจะรวมกับเพลตเลตและเซลล์เม็ดเลือดแดงไปอุดบาดแผลป้องกันการไหลของเลือดออกจากบาดแผล

28. ควรตั้งชื่อเรื่องของข้อความต่อไปนี้ว่าอย่างไร

- ก. การไหลของเลือดออกจากบาดแผล
- ข. ร่างแหโปรตีน
- ค. เซลล์เม็ดเลือดแดงไปอุดบาดแผล
- ง. ซ่อมแซมบาดแผลที่เกิดขึ้น

29. คำกล่าวใดสอดคล้องกับสถานการณ์นี้

- ก. เมื่อมีบาดแผล เพลตเลตจะมีโพรทรอมบิน (Prothrombin) จะไปอุดบาดแผล
- ข. เมื่อมีบาดแผล เพลตเลตจะเคลื่อนที่มายังบริเวณที่หลอดเลือดฉีกขาดรวมตัวกันอุดแผล
- ค. เมื่อมีบาดแผลพลาสมาจะมารวมตัวกันอุดแผลจะรวมตัวกันอุดแผล
- ง. เมื่อมีบาดแผล ไฟบริโนเจน (Fibrinogen)

30. เมื่อเราเกิดบาดแผลในร่างกาย เลือดของเราหยุดไหลได้อย่างไร

- ก. ทรอมบิน (Thrombin) สารกันเป็นร่างแหโปรตีนโดยจะรวมกับเพลตเลตและเซลล์เม็ดเลือดแดงไปอุดบาดแผลป้องกันการไหลของเลือดออกจากบาดแผล
- ข. ร่างกายของเราจะเริ่มซ่อมแซมบาดแผลที่เกิดขึ้นทันที โดยหลั่งน้ำออกมาอุดแผล
- ค. ไฟบริน (Fibrin) สารกันเป็นร่างแหโปรตีนโดยจะรวมกับเพลตเลตและเซลล์เม็ดเลือดแดงไปอุดบาดแผลป้องกันการไหลของเลือดออกจากบาดแผล
- ง. วิตามิน K สารกันเป็นร่างแหโปรตีนโดยจะรวมกับเพลตเลตและเซลล์เม็ดเลือดแดงไปอุดบาดแผลป้องกันการไหลของเลือดออกจากบาดแผล

เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 ข้อ

+++++

- |       |       |
|-------|-------|
| 1. ค  | 16. ก |
| 2. ค  | 17. ง |
| 3. ก  | 18. ค |
| 4. ข  | 19. ข |
| 5. ก  | 20. ค |
| 6. ข  | 21. ค |
| 7. ก  | 22. ง |
| 8. ข  | 23. ง |
| 9. ก  | 24. ข |
| 10. ข | 25. ก |
| 11. ค | 26. ก |
| 12. ข | 27. ค |
| 13. ง | 28. ง |
| 14. ค | 29. ข |
| 15. ข | 30. ค |

**แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**  
**รายวิชาชีพวิทยาเพิ่มเติม**

คำชี้แจง: 1. แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา นี้มีทั้งหมด 15 ข้อ โดยแต่ละข้อจะประกอบด้วยข้อความเกี่ยวกับวิชาชีพวิทยา อยู่ทางด้านซ้ายมือ ส่วนด้านขวามือเป็นระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ

5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือ ปฏิบัติมากที่สุด

4 หมายถึง เห็นด้วย หรือ ปฏิบัติมาก

3 หมายถึง ไม่แน่ใจ หรือ ปฏิบัติปานกลาง

2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย หรือ ปฏิบัติน้อย

1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือ ปฏิบัติน้อยที่สุด

2. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความในแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดในการตอบแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาฉบับนี้ไม่มีความคิดเห็นใดที่ถูกหรือผิดเพราะเกิดจากความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนและคำตอบของนักเรียนจะไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียนทั้งสิ้น

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาชีพวิทยา วิชาชีพวิทยาเป็นวิชาที่ทำหายต่อการพิสูจน์ ค้นคว้า ทดลอง					
2	วิชาชีพวิทยาเป็นวิชาที่ไม่น่าสนใจ รู้สึกเบื่อหน่ายในการเรียนรู้					
3	วิชาชีพวิทยาเป็นวิชาที่ทำให้เข้าใจกลไกการทำงานของร่างกาย					
4	ความสนใจในวิชาชีพวิทยา ข้าพเจ้าจะเกิดความกระตือรือร้นเมื่อเรียนวิชาชีพวิทยา					
5	ข้าพเจ้าชอบเวลาที่ได้ปฏิบัติการทดลองวิชาชีพวิทยา					
6	ข้าพเจ้าไม่ชอบทำปฏิบัติการทดลองวิชาชีพวิทยา					
7	การเห็นความสำคัญต่อวิชาชีพวิทยา การเรียนวิชาชีพวิทยาทำให้เรานำไปใช้เป็นพื้นฐานการศึกษาต่อในระดับสูงได้					
8	การเรียนวิชาชีพวิทยาทำให้เรารู้จักการทำงานของระบบประสาท ในร่างกายของเรามากขึ้น					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
9	การเรียนวิชาชีววิทยาทำให้เราไม่มีความปลอดภัยในการดำรงชีพ					
10	การนิยมชมชอบต่อวิชาชีววิทยา ข้าพเจ้าชอบดูรายการทีวีหรือสารคดีที่เกี่ยวกับการชีววิทยา					
11	ข้าพเจ้าชอบเผยแพร่ความรู้จากการเรียนวิชาชีววิทยา					
12	ข้าพเจ้าชอบไม่สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับวิชาชีววิทยา					
13	การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาชีววิทยา ข้าพเจ้ามักนำความรู้วิชาชีววิทยาไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน					
14	ข้าพเจ้าชอบสนทนาข้อคำถามเกี่ยวกับวิชาชีววิทยา					
15	ข้าพเจ้าไม่ชอบเมื่อครูมีการจัดกิจกรรมเกมส์ชีววิทยาในห้องเรียน					

**ภาคผนวก ง**

- ตัวอย่างการทำใบกิจกรรมของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

### ใบกิจกรรมแผนผังทางปัญญา

เรื่อง การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต

คำชี้แจง ให้นักเรียนสรุปเรื่อง การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเรดส์เดียว ตัวที่ไม่มีกระดูกสันหลัง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง โดยเขียนเป็นแผนผังทางปัญญามาทอเข้า

